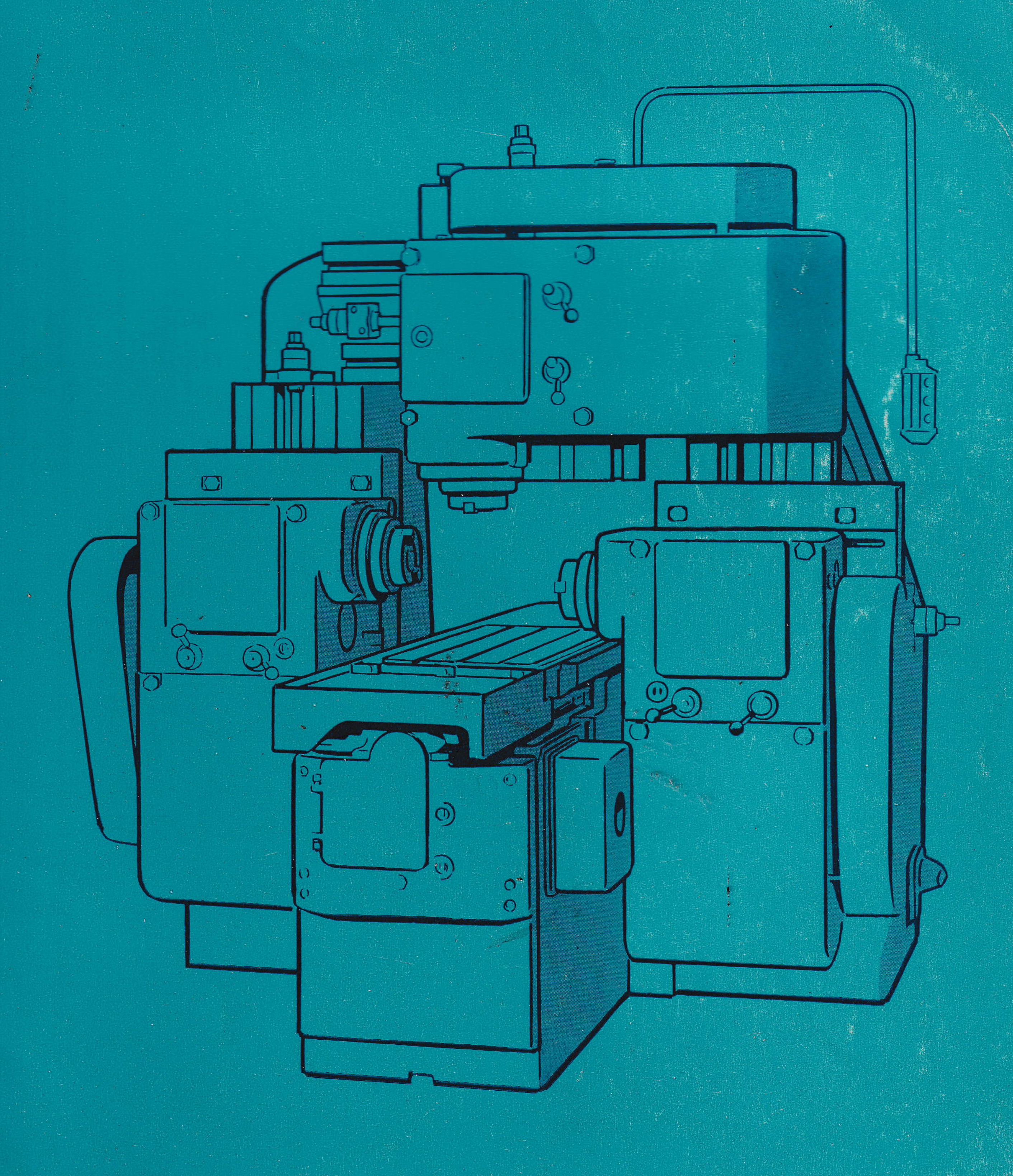
La Revista de cojinetes a bolas

2
1959



La Revista de cojinetes a bolas

Boletín técnico sobre montajes de rodamientos de bolas y de rodillos

2 1959

En la portada: Fresadora de tres husillos
Constructor: Officina Meccanica Olivetti, Italia

COMPAÑIA SUDAMERICANA SKF, S. A.

MONTEVIDEO / Cerro Largo 1089 / Casilla de Correo 134

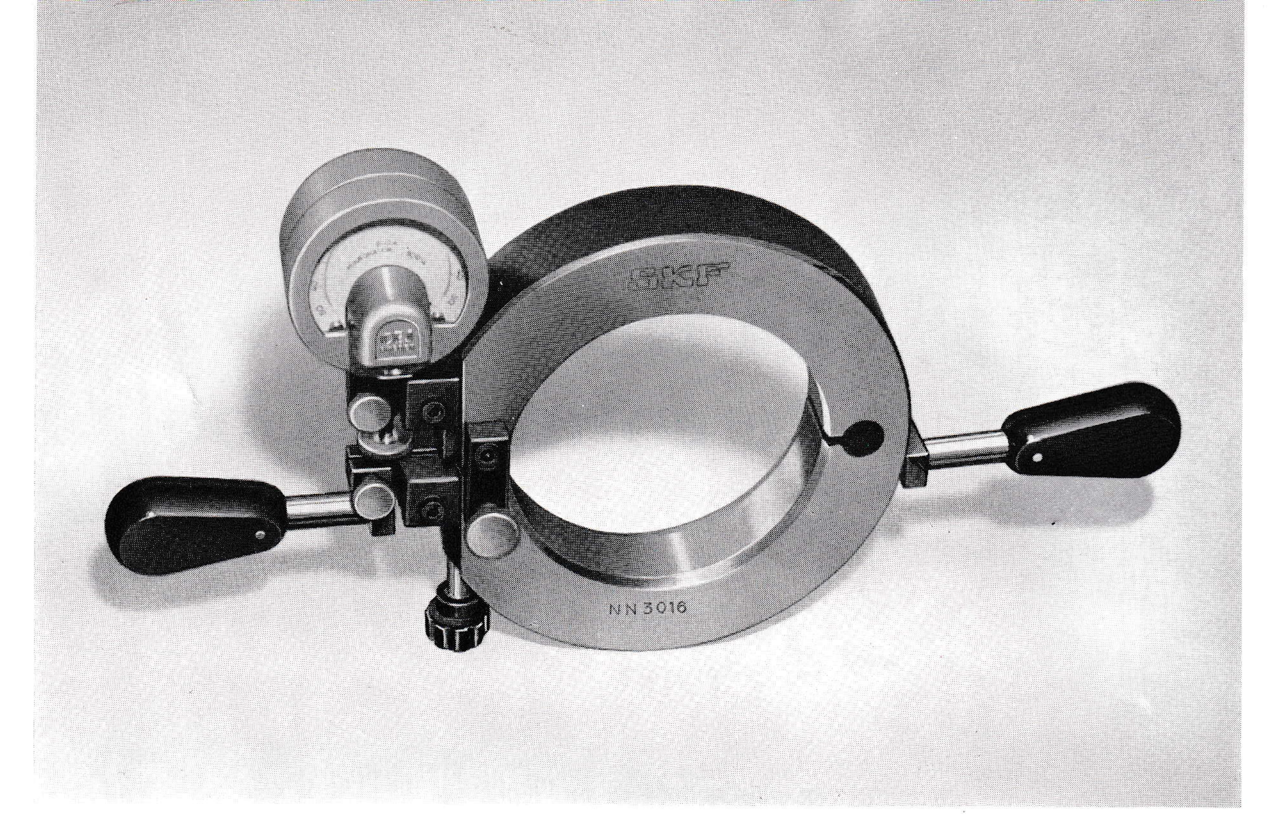


Fig. 1. Herramienta de medir para rodamientos de rodillos cilíndricos

Un método de medir el juego de rodamientos de rodillos cilíndricos durante su montaje

90°

Fig. 2. Aro abierto de medición para la herramienta según la fig. 1

Reg. 476 2:761

Debido a las exigencias muy estrictas de estabilidad y precisión de giro de los husillos de rectificar y mecanizar en las máquinas herramienta, estos husillos frecuentemente se montan en rodamientos de rodillos cilíndricos.

A fin de que un husillo trabaje con buen resultado, sus rodamientos deben montarse con mucho esmero y con el huelgo interno prescrito. El método para ajustar el huelgo interno del rodamiento se adapta al tipo de rodamiento. Los rodamientos SKF de la serie NN 30 K pueden ajustarse dentro de límites muy estrictos. El huelgo interno del rodamiento puede además adaptarse a varios tipos de husillos, por lo que esta serie de rodamientos se emplea muy comúnmente en montajes con exigencias estrictas de precisión.

Al montar los rodamientos sus caminos de rodadura cambian de medida debido al asiento prieto, y por eso la verificación del huelgo debe hacerse en rodamientos ya montados.

En el montaje de rodamientos UP de la serie

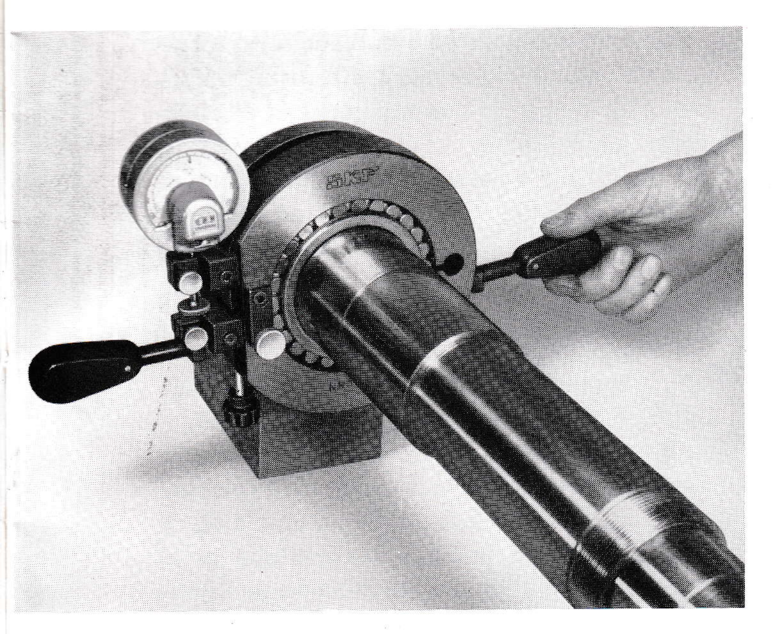


Fig. 3. La herramienta de medir según la fig. 1 aplicada al juego de rodillos montados sobre su aro interior

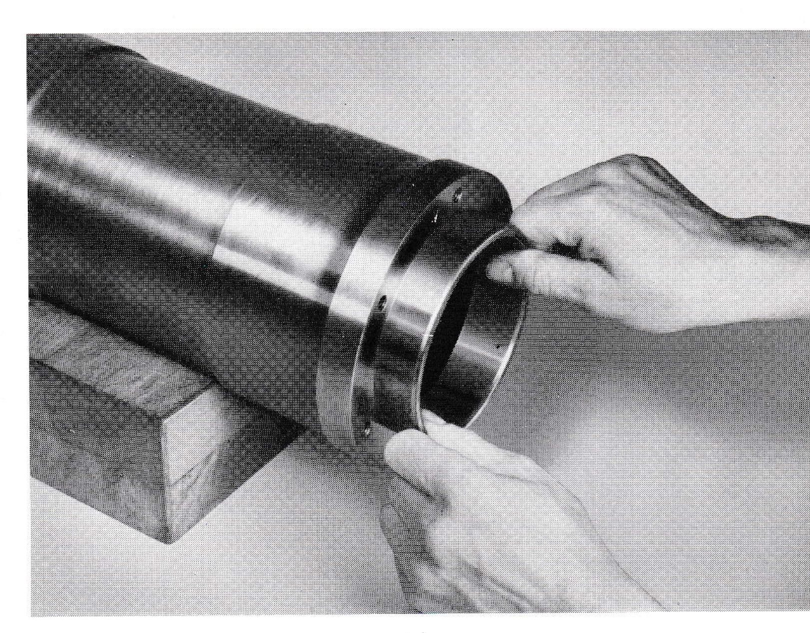


Fig. 4. Montaje del aro exterior en la camisa del husillo

NN 30 K en los husillos de su propio uso, SKF ha probado diferentes métodos para esta verificación, ya que la medición del diámetro sobre un aro interior con sus rodillos no puede hacerse con las herramientas de medición convencionales.

Con la herramienta de medir representada en la *fig. 1*, la cual es construída por SKF, se puede determinar el huelgo interno de rodamientos de rodillos cilíndricos montados.

La herramienta consiste en un aro de medición abierto con rebajos, *fig. 2*, y tiene dos medias lunas o zonas de medición diametrales, que proporcionan un buen contacto alrededor del juego de rodillos, *fig. 3*. El aro abierto está construído de manera que la elasticidad de sus medias lunas produzca la presión de contacto requerida.

La herramienta está provista de un tornillo de ajuste con el cual se puede aumentar la abertura entre las medias lunas. De esta manera se facilita el montaje y el desmontaje de la herramienta sobre los rodillos, y se evitan daños de contacto sobre los cuerpos rodantes y los caminos de rodadura. Una vez quitada la herramienta del juego de rodillos, las medias lunas se ponen de nuevo exactamente a la posición de cero con ayuda de un microcator. Un mecanismo de cierre fija la posición de la abertura para impedir los efectos de la elasticidad al ajustar el indicador de agujeros, *fig. 7*.

Al montar en los talleres de SKF los husillos montados en rodamientos UP — un husillo semejante está representado en la *fig. 5* — se emplea la herramienta de medir de la siguiente manera:

1 Antes del montaje del aro exterior del rodamiento de rodillos cilíndricos se calienta la camisa del husillo o se enfría un poco el aro del rodamiento para poder introducirlo ligeramente a mano en la camisa, *fig. 4*. De esta manera se evitan los daños que podrían producirse al introducir el aro a presión. La diferencia adecuada de temperatura entre la camisa del husillo y el aro del rodamiento es de unos 40° a 50°C.

2 Después que la camisa del husillo con el aro del

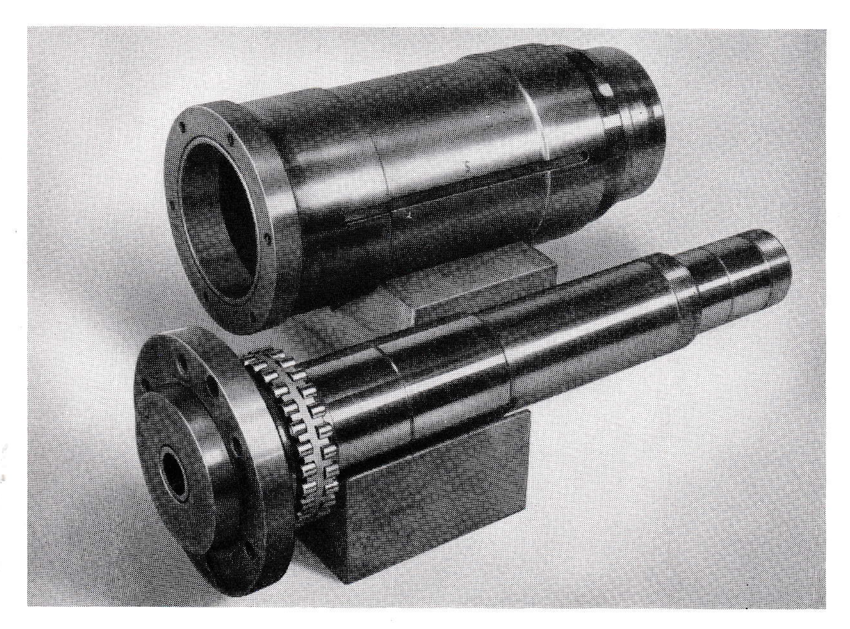


Fig. 5. Husillo con rodamientos UP

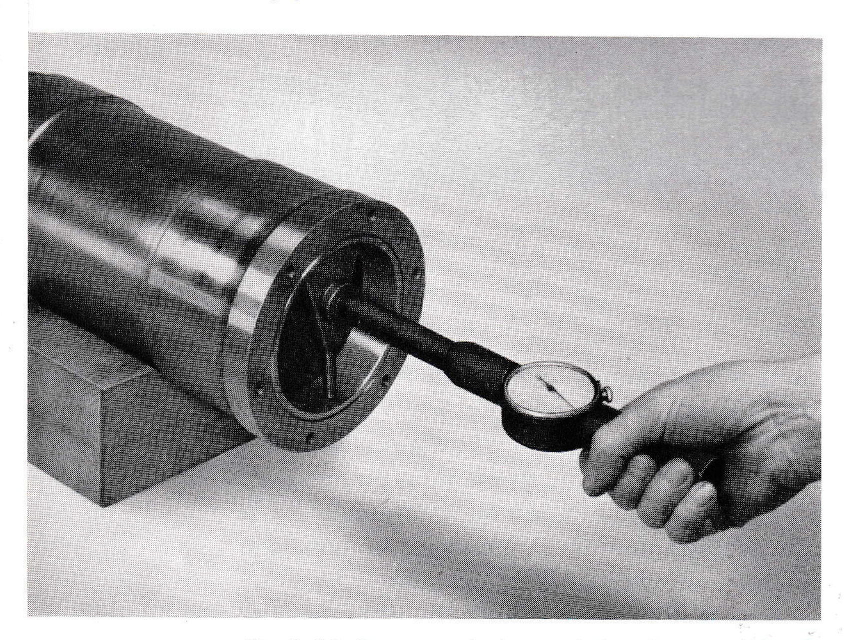
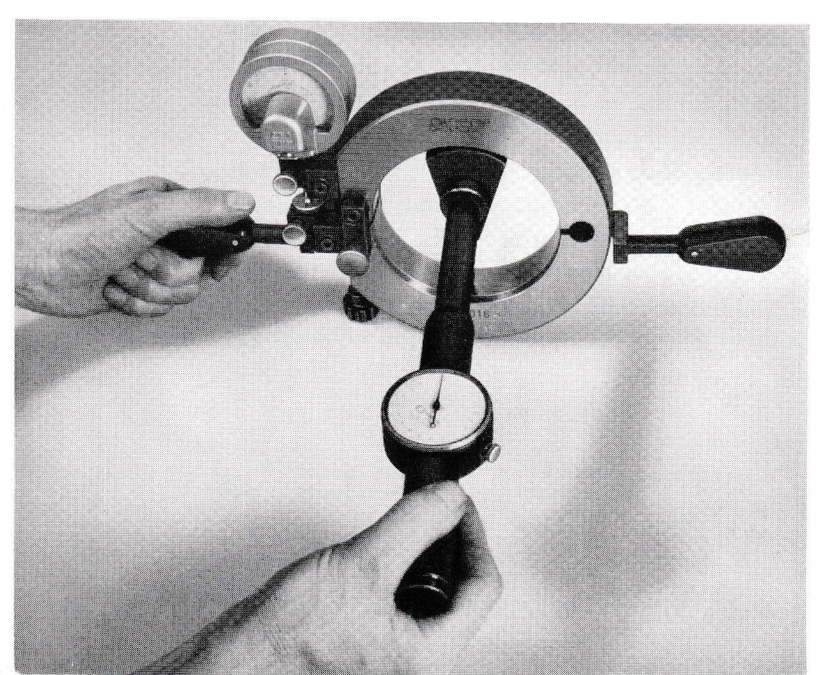


Fig. 6. Mediante un micrómetro de interiores se obtiene la medida de referencia del diámetro del camino de rodadura del aro exterior



rodamiento montado ha recobrado la temperatura del ambiente, se pone a cero un micrómetro de interiores contra el camino de rodadura del aro, *fig. 6.*

3 El aro interior, correspondiente al aro exterior, con su juego de rodillos se monta sobre el asiento cónico del eje y se cala ligeramente sobre éste.

4 La herramienta de medir se coloca sobre el juego de rodillos y se pone su microcator a cero, fig. 3. Se quita después la herramienta del juego de rodillos volviéndola a la posición de cero.

5 La medida del micrómetro de interiores puesta a cero según la operación 2 y la fig. 6 se compara con la medida de la herramienta según la fig. 7. La diferencia entre estas dos medidas es la magnitud del huelgo interno del rodamiento antes del calado definitivo del aro interior sobre su asiento.

6 Después se cala el aro interior sobre su asiento cónico del eje. La magnitud del calado axial depende de lo que se haya estipulado respecto a la magnitud del huelgo interno remanente, positivo o negativo, para el husillo en cuestión.

7 Se repiten las operaciones según 2, 4 y 5 reajustando si es necesario el huelgo.

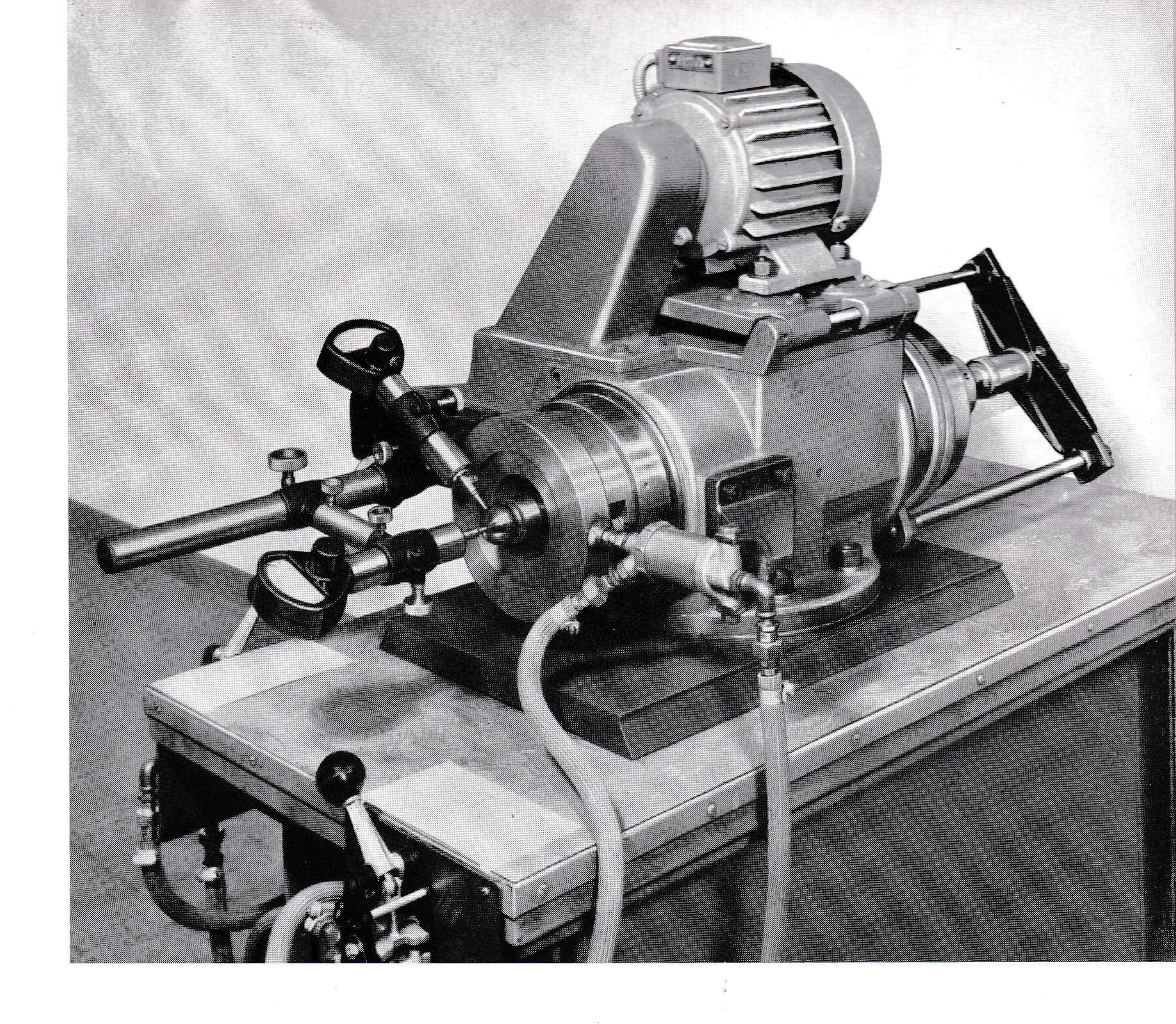
8 El husillo está ahora listo para montarse en el cabezal y no es preciso hacer repetidos montajes para ajustar el huelgo del rodamiento.

Como se desprende de lo antedicho, mediante esta herramienta de medición se obtiene la medida de referencia del diámetro del círculo envolvente del grupo de rodillos montados en su aro interior. La medida de referencia se compara con el diámetro del camino de rodadura del aro exterior con ayuda de un micrómetro de interiores. No se miden por lo tanto medidas absolutas y por eso no se precisan aros calibre ni bloques.

Se está fabricando para la venta un número reducido de herramientas de medición para los rodamientos NN 3012 K - - - NN 3026 K, las cuales hasta cierto punto pueden ser prestadas a los clientes de SKF.

Herramientas de medir parecidas pueden fabricarse para los rodamientos NU, es decir rodamientos de rodillos cilíndricos con el juego de rodillos en el aro exterior.

Fig. 7. Se compara la medida del diámetro del camino de rodadura con la medida de la herramienta de medición



Verificación de la precisión de giro y rigidez de husillos en máquinas herramienta

Husillo sin carga

En los métodos hasta ahora más corrientes para la verificación de los husillos de máquinas herramienta se miden la oscilación radial y axial sobre superficies apropiadas del extremo de trabajo del husillo. Sin embargo, se ha comprobado que la ovalidad y la oscilación de las superficies de medición del husillo son muchas veces de tal magnitud que es difícil tener una idea de la oscilación del verdadero eje de rotación del husillo. Cuando se hace la medición sobre un punto de centraje montado en el husillo, el resultado de la medición da la suma de las oscilaciones del husillo y del punto de centraje. Solamente haciendo un diagrama de los resultados de medición en diferentes direcciones se puede obtener una idea de los varios valores parciales.

Reg. 872 04

Un mejor método para medir la precisión de giro es empleado en SKF para la verificación de disposiciones de rodamientos en husillos. Se emplea una bola de esfericidad muy exacta soldada a un pie que se fija en el extremo de trabajo del husillo. Contra la bola se aplica la punta de medir de un microcator u otro instrumento de medir con la precisión correspondiente, véase la *fig. 2*. La fijación del pie de la bola se efectúa de tal manera que se pueda hacer deslizar la bola perpendicularmente al eje del husillo dando golpes ligeros al pie. La menor indicación de la aguja del instrumento que puede obtenerse al girar el husillo, constituye una medida de la precisión de giro radial del husillo sin carga. Un microcator con punta de medir plana aplicada contra la bola en el sentido

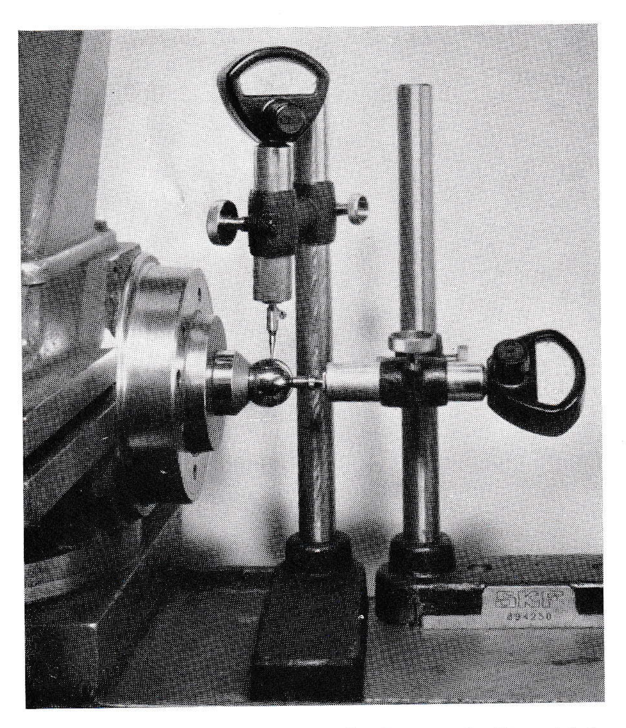


Fig. 2. Medición de la precisión de giro y oscilación axial de un husillo de rectificadora

axial del husillo da una indicación que corresponde a la oscilación axial del husillo.

En husillos de alta precisión, por ejemplo, los montados en rodamientos UP, la indicación de la aguja no es mayor de 0,5 μ.

Husillo con carga

Si los soportes y asientos de los rodamientos están ejecutados con la precisión requerida y la disposición tiene suficiente estabilidad en todas las direcciones en las que puedan existir cargas, se puede contar con que los valores de medición obtenidos en un husillo sin carga también corresponden a la precisión de mecanizado que puede obtenerse cuando el husillo está sometido a las cargas que existen durante la marcha. La ovalidad de los asientos y soportes de los rodamientos puede ser la causa de que la disposición de rodamientos del husillo quede sin juego solamente en una dirección durante la marcha. Esto igual que la

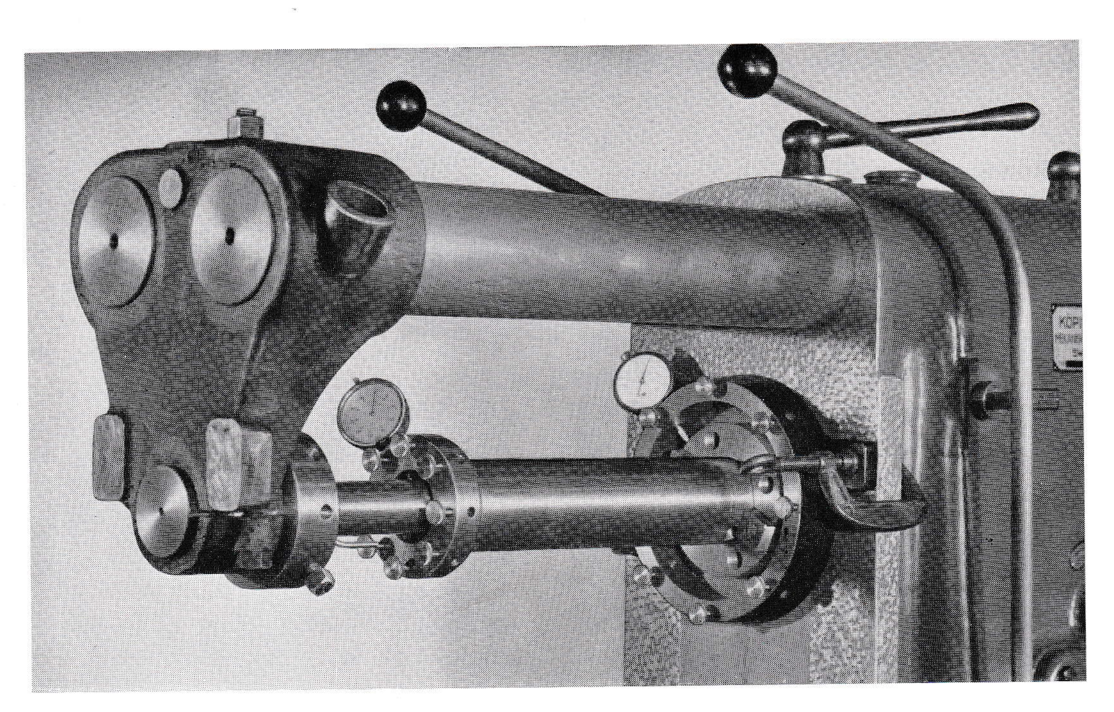


Fig. 3. Dispositivo de medición de un husillo de fresadora, cargado

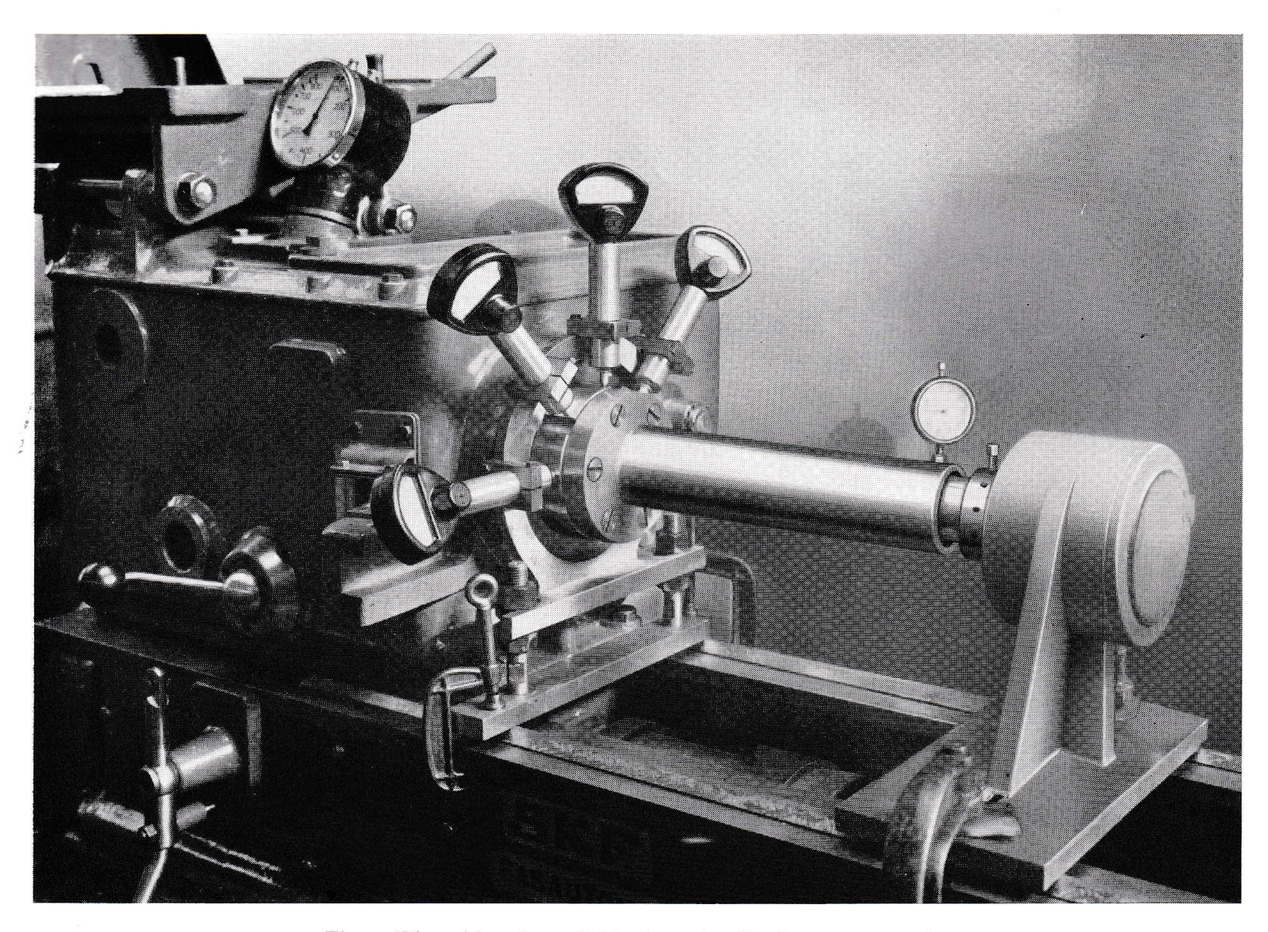


Fig. 4. Dispositivo de medición de un husillo de torno, cargado

inestabilidad de los soportes de los rodamientos en diferentes direcciones son factores que perjudican el resultado del trabajo en la máquina.

La ovalidad de los asientos de los rodamientos y la estabilidad variable del husillo en diferentes direcciones puede ser la causa de que el extremo de trabajo del husillo cimbree cuando el husillo gira en relación de la carga. Los husillos fabricados en máquinas herramienta modernas de primera calidad, son en general de una precisión que satisface las exigencias muy estrictas de redondez de los asientos de los rodamientos lo que además es fácil de comprobar antes del montaje. Por eso, es normalmente innecesario verificar la precisión de giro de los husillos cuando los mismos giran con dirección de carga constante.

Las pruebas pueden por lo tanto limitarse a dirección de carga variable y husillo estacionario. Para mediciones semejantes, SKF ha preparado un método especial*) en el que se emplea un eje de carga fijado al plato universal del extremo de trabajo del husillo. Para cargar los rodamientos se aplica una fuerza al extremo libre del eje mediante un tornillo fijado al contrapunto. Se determina la magnitud de la fuerza midiendo la flexión del eje de carga lo que se hace con ayuda de un microcator fijado a un tubo envolvente del eje.

Un aro fijado al cabezal o a la bancada tiene varios puntos de sujeción para instrumentos de medir (micrómetros o microcatores) cuyas puntas de medición se apoyan en el flanco del husillo, veánse las *figs. 3, 4* y *5*. Debe observarse que el aparato de medir según las figs. 3 y 5 solamente indica el cambio de posición del extremo de

*) H Törnebohm: «Prüfung der Laufgenauigkeit von Arbeitsspindeln unter Belastung». Werkstattstechnik und Werksleiter Nr. 3/1936

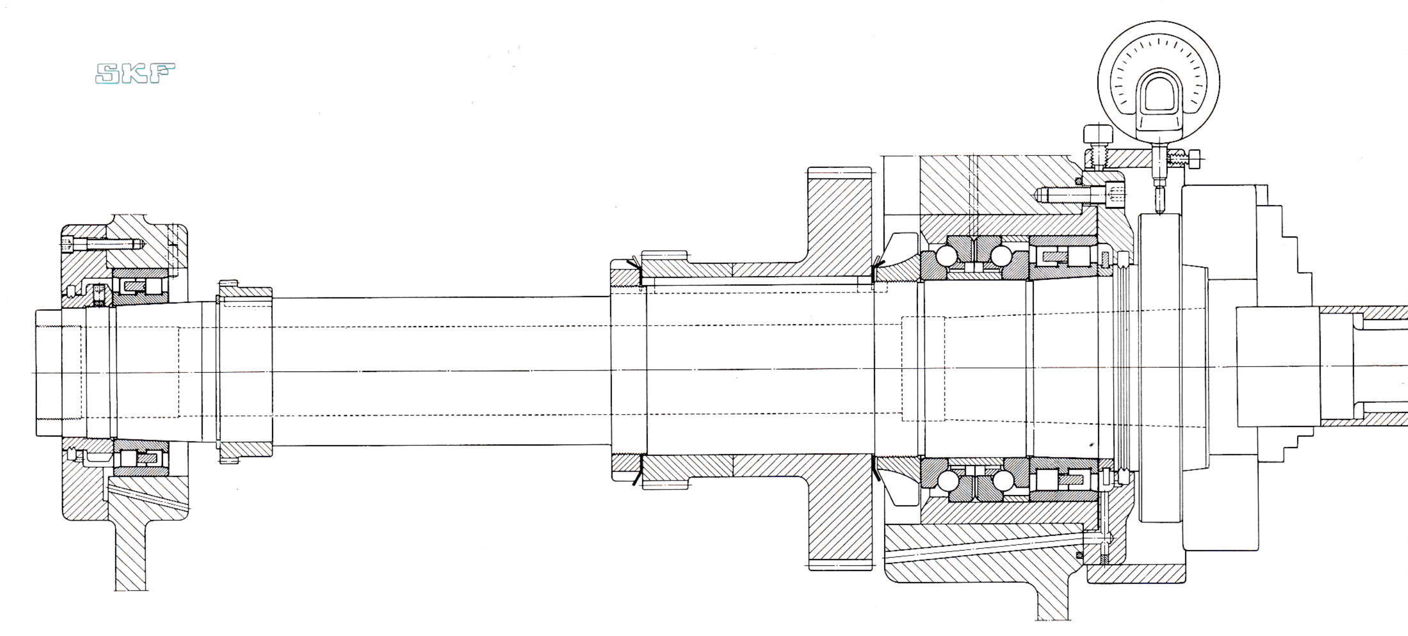


Fig. 5. Dispositivo de medición de un husillo de torno, cargado

trabajo del husillo en relación al cabezal. Si se desea una indicación de la variación de la posición en relación a la bancada, el aparato de medir debe fijarse a ésta de la manera representada en la fig. 4.

Con un instrumento de medición que puede ser colocado en cuatro diferentes posiciones con un ángulo de 45° entre sí, se pueden hacer mediciones en ocho direcciones de carga diferentes repartidas uniformemente alrededor de la periferia. En cada dirección se carga el husillo ya sea con una carga pequeña (por ejemplo, igual en kg al diámetro interior del rodamiento del husillo en mm), ya con una carga mayor e igual a la carga de trabajo.

La carga pequeña se emplea para obtener la posición cero para el centro del husillo en el diagrama polar, como se desprende de la *fig. 6.* El valor obtenido en dos mediciones diametralmente opuestas y con carga pequeña se divide por dos

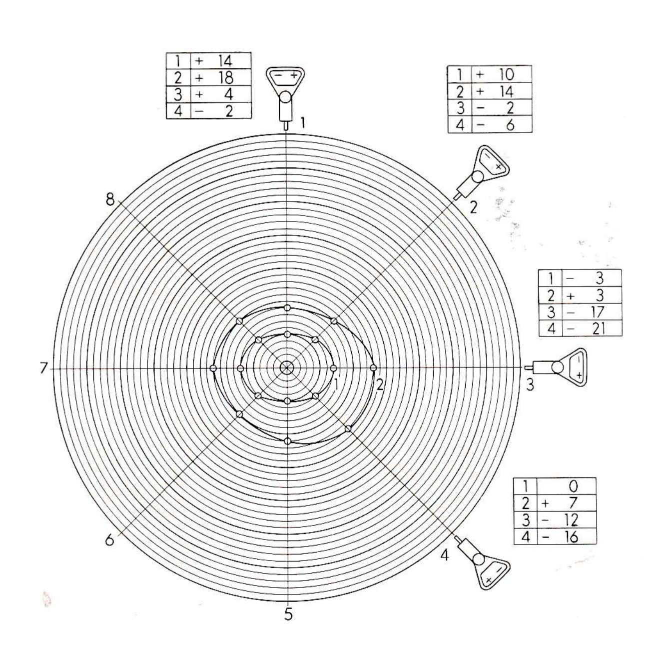


Fig. 6. Ejemplo de un diagrama polar indicando el resultado de la medición de un husillo de trabajo

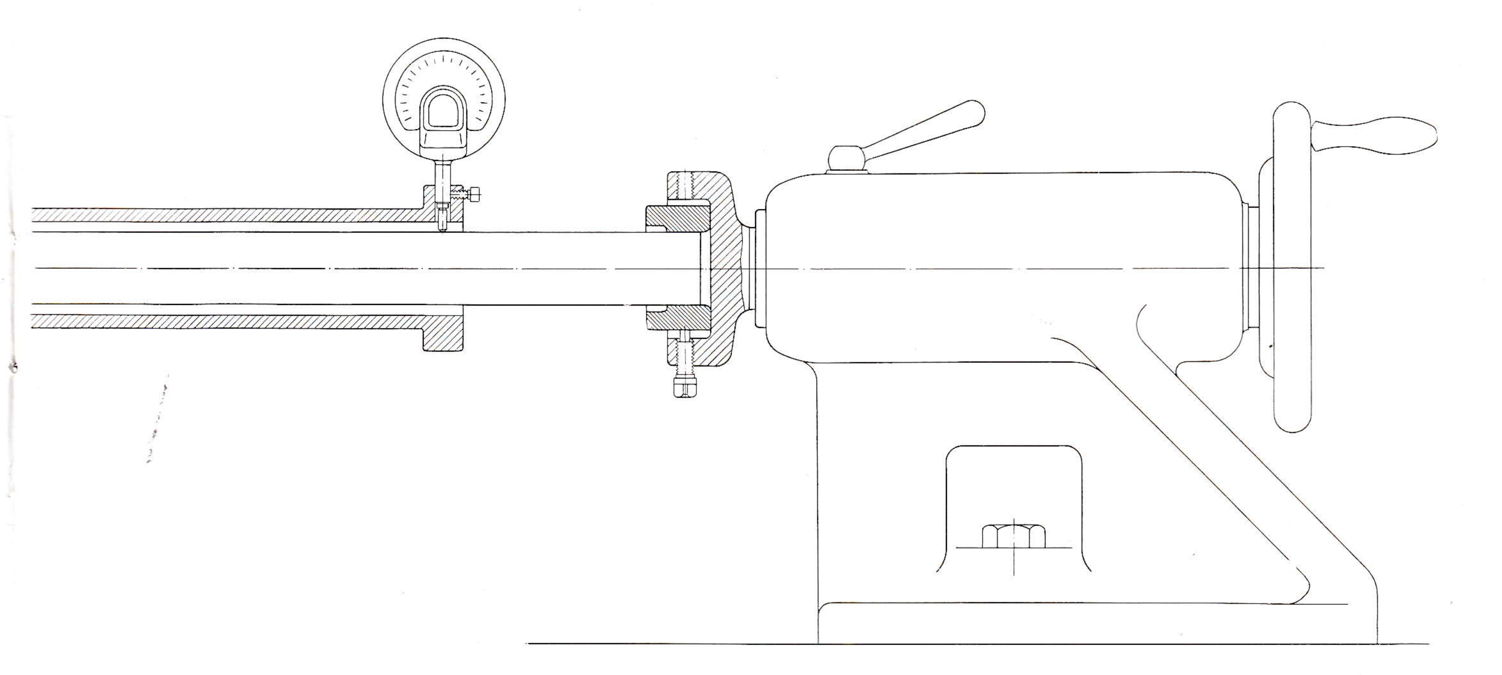
Tabla 1
Medidas en μ

Carga kg	Dirección 1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	7	8	7	7	7	7	8	8
300	24	26	24	24	23	24	23	24
700	58	60	57	58	58	59	57	58

Direcciones de carga correlativas. Dirección 3 hacia abajo

Tabla 2
Cabezal No. 47
Medidas en μ

Carga kg	Dirección 1	2	3	4	5	6	7	8
300	3	3	2	1	2	2	3	3
600	6	5	4	3	4	5	5	6



y se traza en el diagrama tal como se ve en la curva 1.

La diferencia de valor que se obtiene al aumentar la carga desde la carga menor hasta la mayor en la misma dirección, se traza en el diagrama con la curva 1 como punto de partida obteniéndose de esta manera la curva 2 un poco asimétrica. En las tablas adjuntas a cada instrumento de medición,

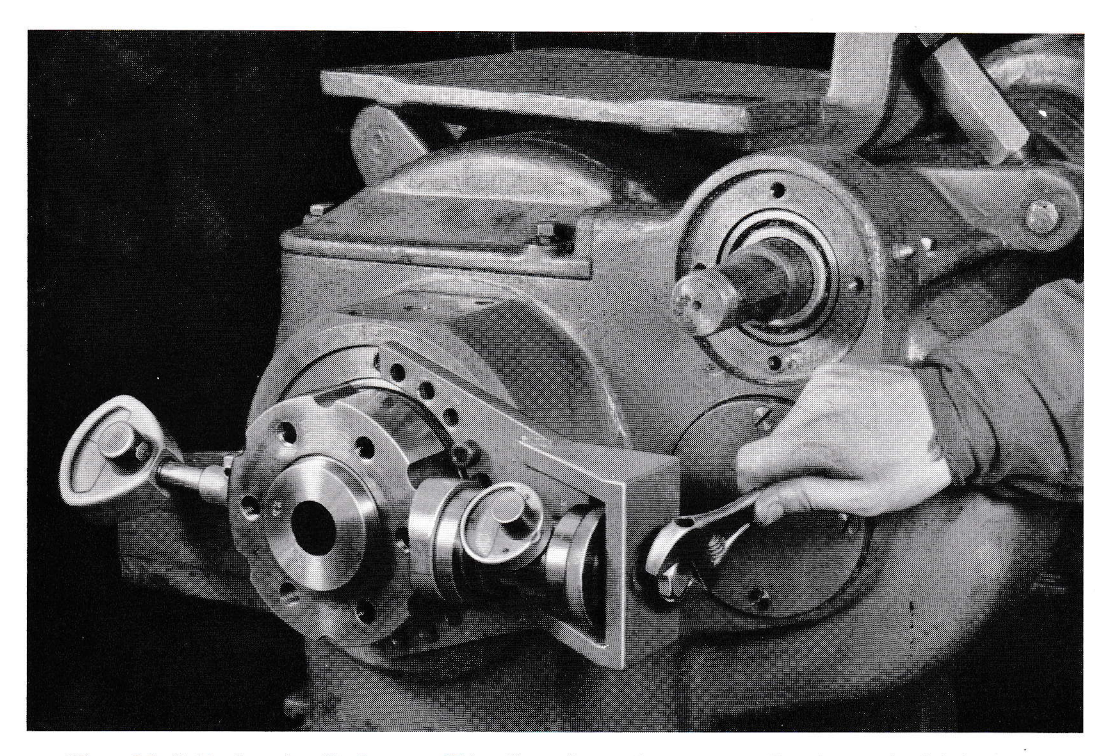


Fig. 7. Medición de un husillo de torno. El husillo está cargado por un tornillo y la magnitud de la carga se registra en un indicador de presión

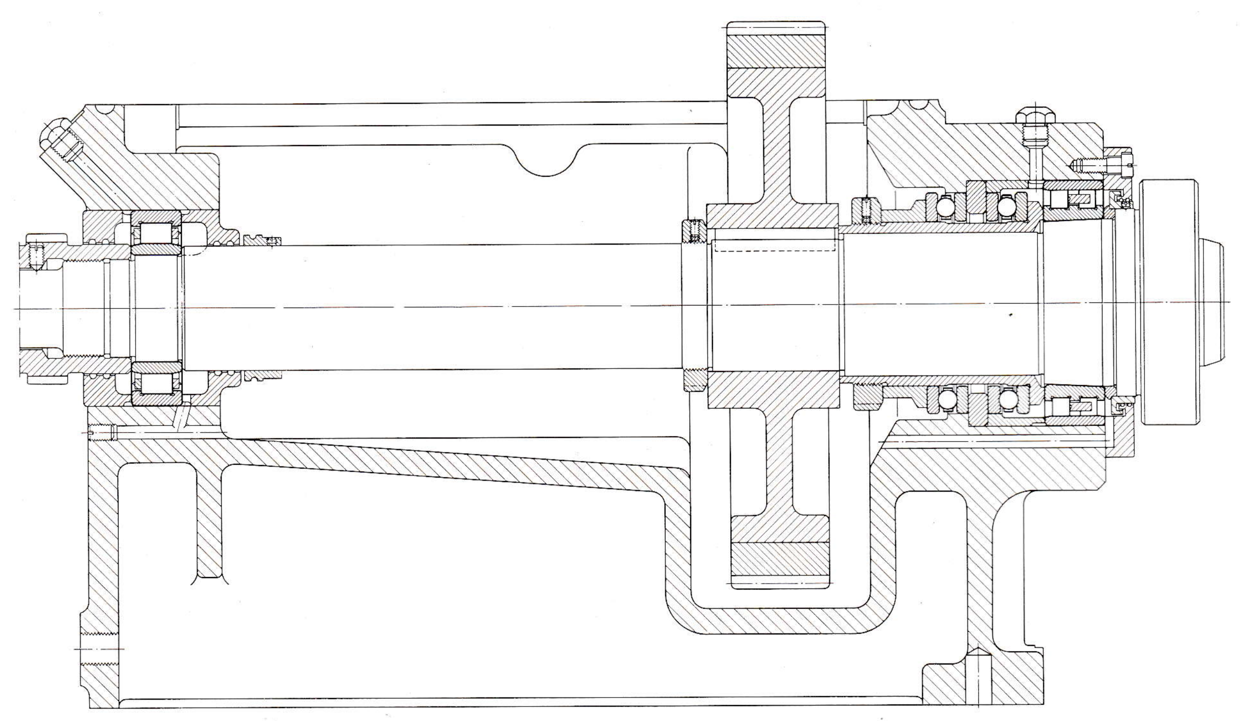


Fig. 8. Disposición de rodamientos para el husillo de torno de la fig. 7

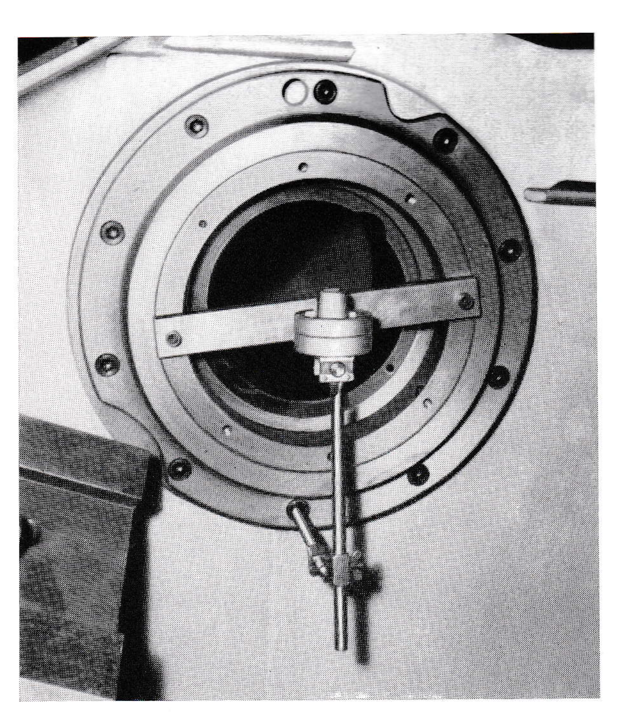


Fig. 9. Dispositivo para medir la estabilidad axial de un husillo de trabajo

se anotan los valores de las distintas mediciones con las diferentes cargas en el siguiente orden: En las líneas 1 y 2 se indican los valores obtenidos cuando la carga menor, respectivamente mayor, está dirigida *hacia* el instrumento, y en las líneas 3 y 4 las posiciones cuando la dirección de estos esfuerzos es la *opuesta*. Es importante que no se mueva el instrumento ni se haga girar el husillo durante las mediciones. Por el diagrama se desprende que el cambio de la posición del extremo de trabajo del husillo es mayor en las direcciones 3 y 4 que en otras direcciones.

No es siempre necesario trazar el diagrama polar sobre los resultados de medida, lo que se desprende del ejemplo de la tabla (tabla 1) que normalmente se hace en la verificación final de las fresadoras de uno de los mayores fábricantes suecos de máquinas herramienta. El rodamiento radial del extremo de trabajo del husillo es un rodamiento de dos hileras de rodillos cilíndricos NN 3020 K/SP. Por los valores de la tabla se deduce que la disposición de rodamientos del husillo verificado

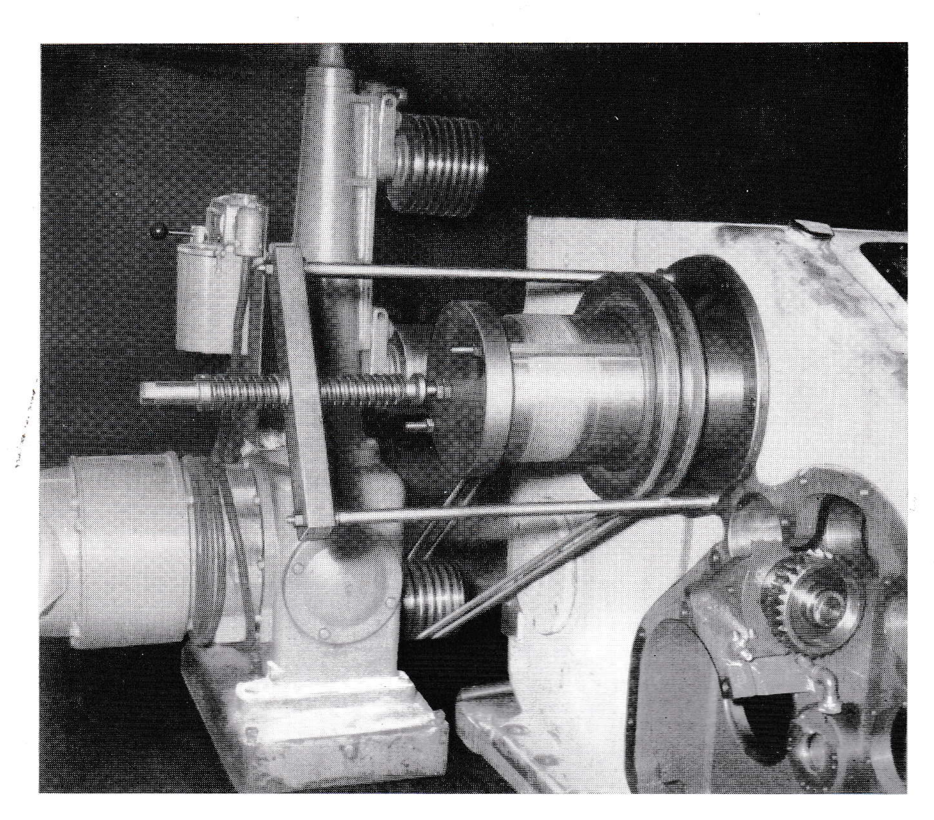


Fig. 10. Dispositivo para cargar axialmente un husillo de trabajo cuando está girando. El husillo está accionado por un motor eléctrico mediante correas trapezoidales

es de buena calidad. Los valores de medición en diferentes direcciones no difieren entre sí en más de 3 μ con la misma carga. La persona que hace la verificación puede juzgar por su experiencia sobre otras máquinas del mismo tipo, si los valores de medición son aceptables. Para la máquina en cuestión y con el aparato de medición empleado, se ha demostrado que pueden aceptarse valores de medición de unos 60 μ para la carga mayor, siempre que la mayor diferencia entre los valores de medición no sea mayor de 5 μ.

Cuando la disposición de rodamientos del husillo en frío ya está sin huelgo o quizás con cierta carga previa, el método antedicho puede simplificarse. Hace varios años SKF emplea un método más simplificado, por ejemplo, al verificar los cabezales de husillos de diferentes suministradores. En este método, el husillo es cargado por medio de un tornillo y se registra la magnitud de la carga en un indicador de presión que está representado en la *fig. 7*. Mediante esta disposición, la carga puede solamente dirigirse hacia el instrumento de medir. El dispositivo de carga y el instrumento de medición pueden colocarse en ocho posiciones diferentes en el extremo de trabajo del husillo. En la fig. 7 el dispositivo está colocado en un torno cuya disposición de rodamientos se ve en la *fig. 8*.

Los valores obtenidos para las cargas 300 kg y 600 kg en la verificación de uno entre 96 cabezales de husillo se desprenden de la tabla 2. El término medio de los valores para los otros 95 husillos fué mejor en unas milésimas de milímetro. La tabla se refiere al husillo para el cual las diferencias entre los valores medidos en diferentes direcciones fueron mayores. Estas diferencias llegaron a un máximo de 3 μ. Si el husillo tiene algún defecto, por ejemplo, un huelgo grande de los rodamientos, la aguja del instrumento de medición no vuelve a su posición de partida cuando se descarga el husillo, lo que se nota por valores desiguales de medición. En que dirección existe el huelgo mayor no puede por lo tanto saberse con seguridad basándose en los valores

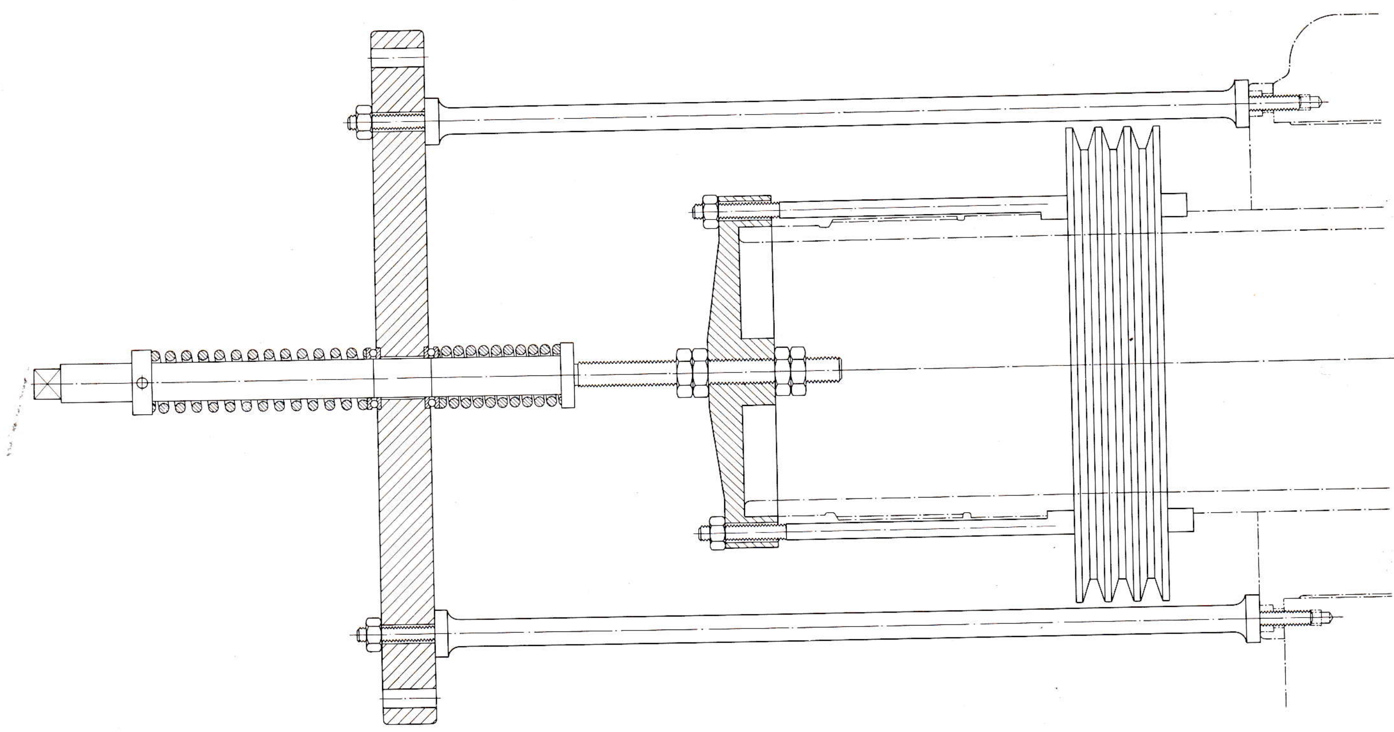


Fig. 11. Dispositivo de carga según la fig. 10

obtenidos con este método. Debido al peso propio del husillo, la carga resulta un poco diferente en diferentes direcciones. Sin embargo el peso del husillo es muchas veces tan pequeño con relación a la carga de medición, que esto carece de importancia.

Los dos ejemplos indicados, ambos refiriéndose a máquinas de buena calidad, demuestran que la magnitud de los valores de medición es muy variable a pesar de que en ambos casos se trata del mismo tipo y casi del mismo tamaño de rodamiento. Esto se debe en primer lugar a la ejecución del dispositivo de medición. Por eso no se pueden dar reglas generales para la magnitud de los valores que se pueden admitir. Después de haber hecho mediciones con un determinado aparato de medición en unas cuantas máquinas de un cierto tipo, puede darse una idea del resultado de trabajo que puede esperarse de una máquina del tipo en cuestión. Mediante este método se ha logrado descubrir defectos de los asientos de los rodamientos del cabezal igual que defectos de la fundición del cabezal. Haciendo mediciones comparativas, el fabricante puede descubrir una elasticidad de magnitud no permisible de ciertas piezas de la disposición del conjunto del husillo, por ejemplo, manguitos u otros detalles del cabezal demasiado elásticos.

Es preferible medir la estabilidad axial del husillo cuando éste está girando, pues el deslizamiento axial, por ejemplo, en rodamientos radiales con carga previa, se facilita al girar el husillo. La punta del aparato de medición se coloca entonces en el centro de giro del extremo de trabajo del husillo, por ejemplo, como se ve en la *fig. 9*.

Un dispositivo práctico para cargar axialmente el husillo cuando está girando, se ve en las *figs. 10* y *11*. Se compone de un puente sujeto con tirantes al cabezal y un tornillo fijado al extremo posterior del husillo y provisto de resortes en espiral. Cuando se hace girar el tornillo en relación al husillo, se tensa el resorte interior o el exterior. Los resortes cargan el husillo cada uno en su sentido. Entre el puente y los resortes hay dos rodamientos axiales que facilitan el giro del husillo bajo carga. Cuando se emplea este dispositivo el instrumento de medición se coloca en el otro extremo del husillo tal como se ve en la fig. 9.

Los métodos mencionados aquí para la verificación del husillo bajo carga de magnitud constante no dan ninguna idea del funcionamiento de la máquina con una carga muy variable. En varios lugares se han estudiado métodos dinámicos de indicación sin que hasta ahora se haya encontrado ningún método generalmente aceptado.

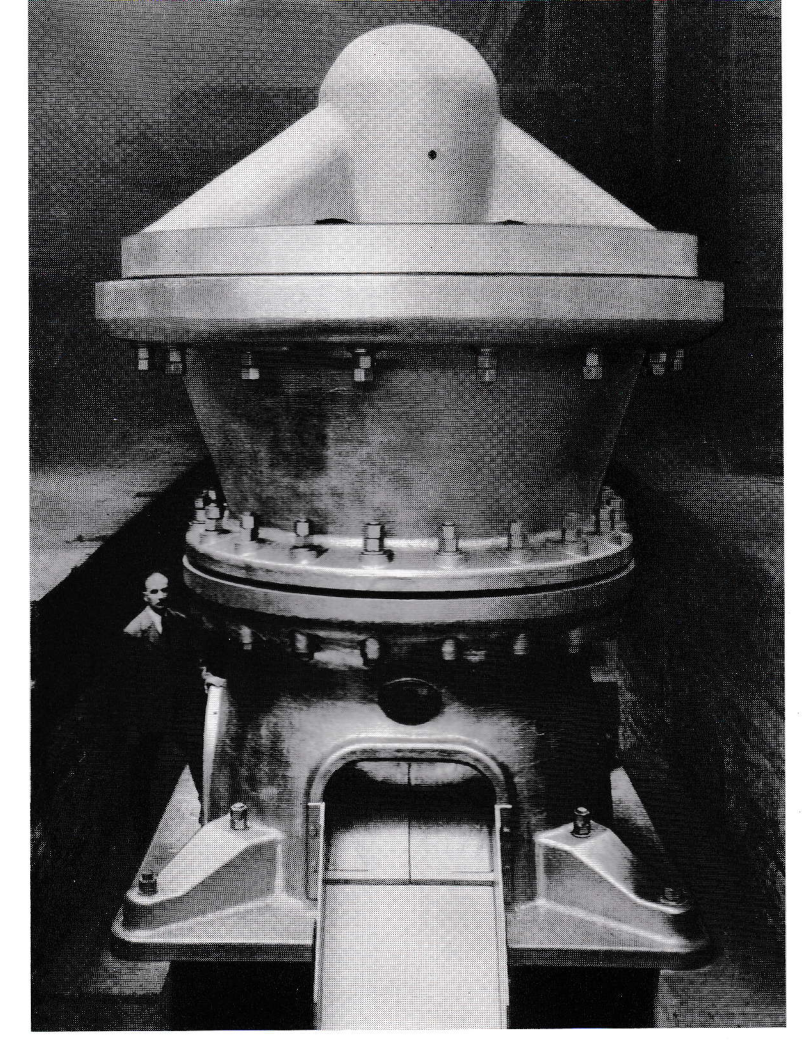


Fig. 1. Trituradora de cono preparadora de 38″ provista de rodamientos SKF

La menor y la mayor trituradoras francesas montadas en rodamientos

La Compagnie des Entreprises Industrielles-Babbitless, París, fabrica trituradoras de cono de varios tamaños, todas enteramente montadas en rodamientos SKF. Para indicar esta condición se ha incluído en el nombre de la firma la palabra «Babbitless».

Este tipo de trituradora de cono consiste principalmente en un armazón y un husillo vertical. El armazón tiene una parte superior, una intermedia y otra inferior, unidas por tornillos. La parte intermedia tiene mandíbulas fijas interiores. La parte inferior que constituye la parte principal del armazón, tiene un conducto oblicuo de salida para el material triturado. El husillo que va suspendido en su extremo superior, obtiene un movimiento oscilante cónico por medio de una disposición excéntrica.

Las ventajas generales que se consiguen con la aplicación de rodamientos — ahorro de energía y lubricante, y entretenimiento más sencillo — son desde luego muy interesantes también para trituradoras de cono, pero en estas máquinas los rodamientos traen consigo también otras ventajas importantes; se puede aumentar considerablemente la velocidad de giro de la excéntrica y por consiguiente también la capacidad de la trituradora; el pequeño huelgo de los rodamientos en comparación con el de los cojinetes ordinarios proporciona mayor precisión de trituración y, lo que es aún más interesante, esta precisión no se altera con el

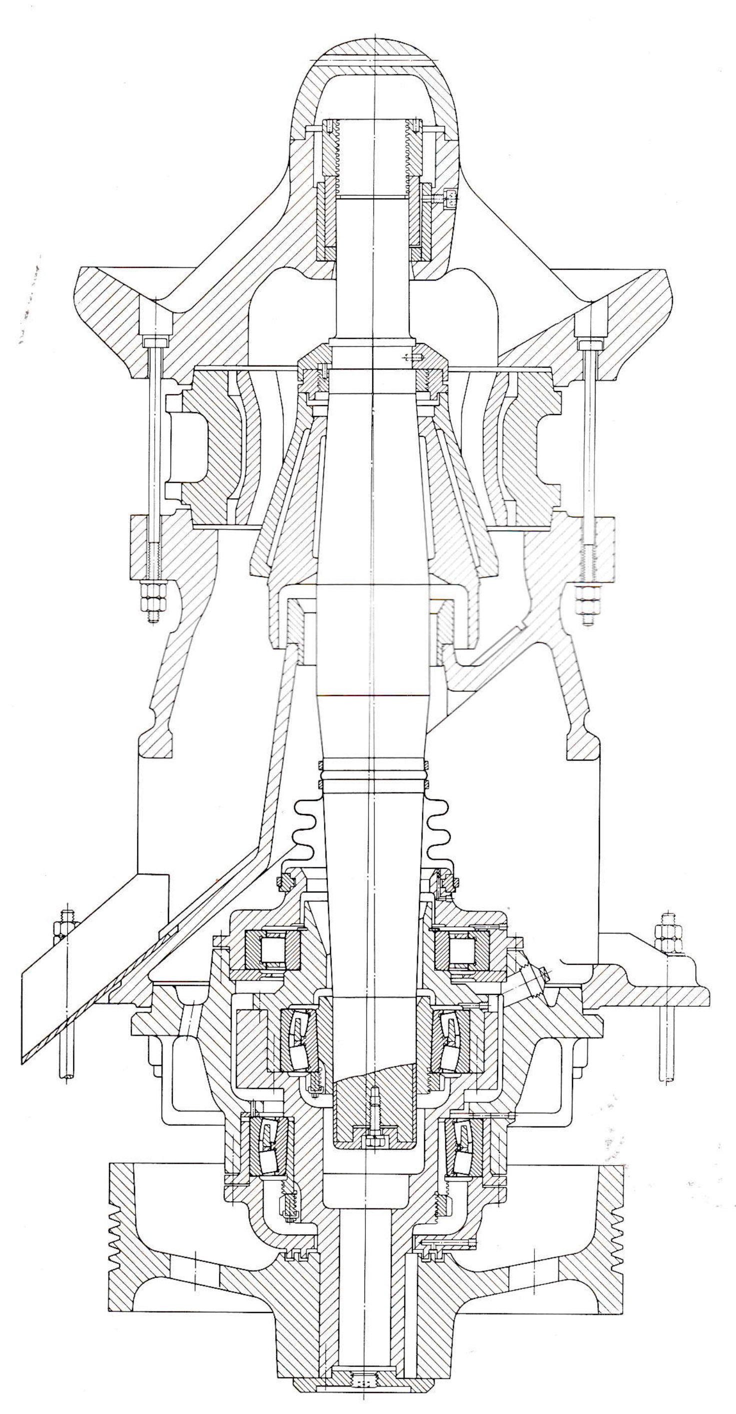


Fig. 2. Disposición de rodamientos para trituradoras de cono fabricadas por Compagnie des Entreprises Industrielles-Babbitless, París

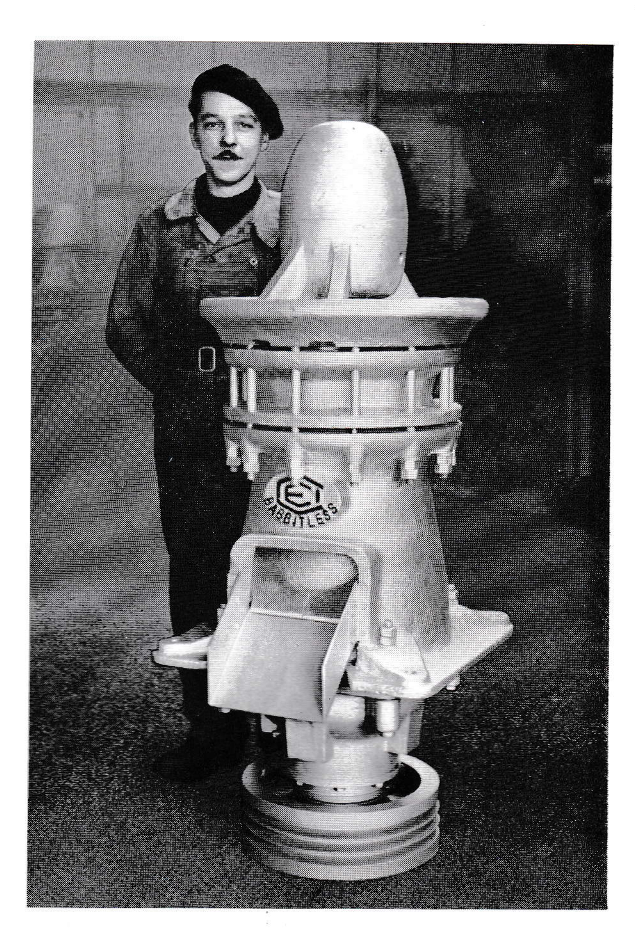


Fig. 3. Trituradora de cono acabadora de 2″

tiempo debido a que los rodamientos casi no se desgastan. Por consiguiente, con una sola trituración se consigue el granulado del tamaño deseado sin necesidad de volver a triturar un producto de granos muy gruesos, o sea, se obtiene un producto triturado muy cerca del ideal en lo que se refiere a la magnitud de los granos.

Con respecto a la economía y otras ventajas relacionadas con el servicio y entretenimiento, se puede mencionar que hasta ahora nunca ha ocurrido ningún recalentamiento en estos montajes de rodamientos los cuales prácticamente tienen la misma temperatura que el ambiente. Los rodamientos de rodillos se lubrican con grasa y por lo tanto se puede omitir la circulación de aceite obligatoria en trituradoras de cono con cojinetes ordinarios y también todos los mecanismos auxilia-

res, como son: bomba de aceite, tanque de aceite, indicador del nivel de aceite, filtros y sistema de refrigeración, tuberías, termóstatos, aparatos de control para la circulación de aceite y señales acústicas y luminosas.

Con la aplicación de rodamientos se ha obtenido una simplificación considerable en el trabajo de entretenimiento e inspección. Es suficiente lubricar con grasa cada tres meses, lo que desde luego significa que la marcha es muy segura y sin averías, habiéndose eliminado por completo las paradas frecuentes para conservación y reparaciones.

Para tener una idea del coste insignificante del lubricante, se puede mencionar que para lubricar durante un año los rodamientos de una trituradora de cono de 4″ se gastaron 5 kg de grasa. Durante el mismo período, la trituradora produjo 60000 toneladas de material triturado. El propietario de la trituradora consideró que los gastos para lubricación y conservación eran tan pequeños que ni siquiera importaba incluirlos en los cálculos.

Respecto a la economía de energía puede mencionarse que se han hecho pruebas comparativas con dos trituradoras de la misma marca y con las mismas características, o sean:

Una trituradora provista de cojinetes ordinarios, que trabajaba a 400 r.p.m., producía 13 t/h de material triturado con granos de 15 mm y precisaba 20 HP.

Otra trituradora provista de rodamientos de rodillos, que trabajaba a 500 r.p.m., producía 22 t/h de material triturado con granos de 15 mm y precisaba 25 HP.

Economía de energía: 26%

Para las trituradoras de cono mencionadas en el encabezamiento de este artículo, las disposiciones de los rodamientos están de acuerdo con la *fig. 2.* La excéntrica que se compone de dos mitades, está montada en su parte superior en un rodamiento de rodillos cilíndricos y en la inferior en uno de rodillos a rótula montado sobre manguito de desmontaje. Además de la carga radial, el rodamiento inferior absorbe también la carga axial originada por los pesos de la excéntrica y la polea de correas trapezoidales. El rodamiento de la propia excéntrica es de rodillos a rótula montado en un manguito especial de cono exterior. Entre este manguito y el eje está montado un casquillo de bakelita con armadura textil — la posición del eje debe desde luego ser ajustable en sentido vertical. La disposición con el casquillo de bakelita está patentada.

Obturaciones eficaces impiden que penetren impurezas en los rodamientos. En su parte in-

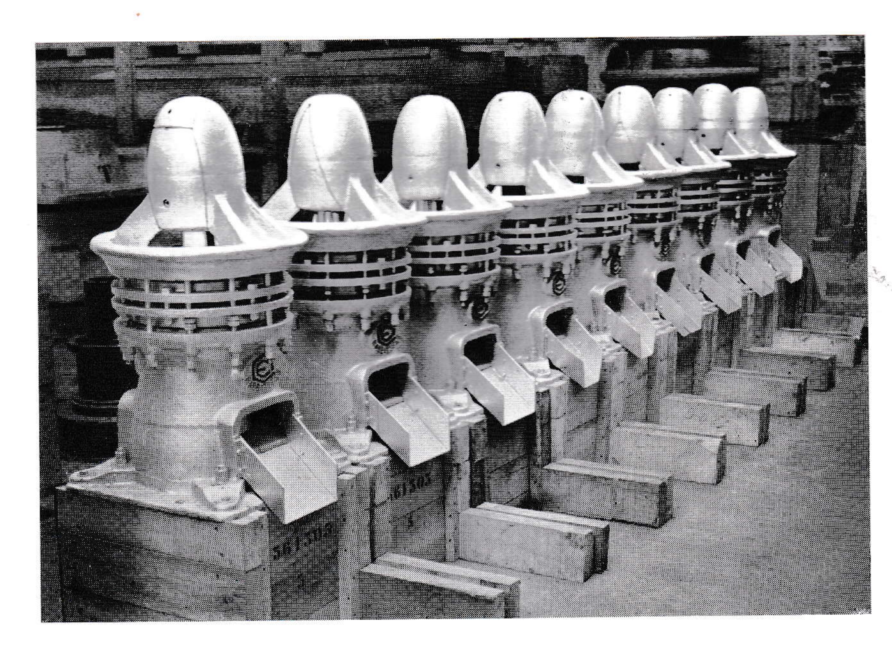


Fig. 4. Una serie de trituradoras de cono de 2″ listas para entrega

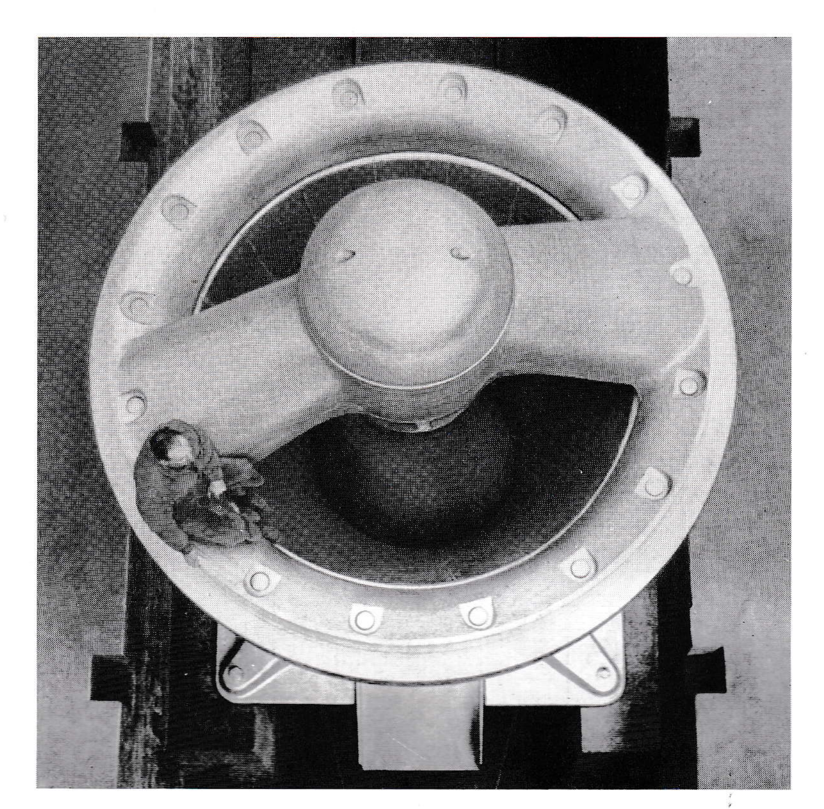


Fig. 5. Vista superior de la trituradora representada en la fig. 1

ferior, la disposición de rodamientos tiene obturación de laberinto y en la superior, un aro de rozamiento solidario con un fuelle elástico.

Tanto las trituradoras preparadoras como las acabadoras se fabrican en diferentes tamaños. En este artículo solamente damos los datos de la menor y la mayor trituradoras de cono montadas en rodamientos.

En la *fig. 3* se ve la menor trituradora acabadora y en la *fig. 4* una serie de estas trituradoras recién terminadas.

Como contraste se representa en la *fig. 1* una trituradora preparadora que a finales del año 1957 fué la mayor trituradora montada en rodamientos. Las dos aberturas de alimentación tienen cada una las dimensiones 1000×3000 mm y son muy visibles en la *fig. 5*.

Los datos de estas dos trituradoras son:

	Tipo BS 502 (la menor)	Tipo BP 38 (la mayor)
Aberturas de alimentación (dos)	50×300 mm	1000×3000 mm
Velocidad de la excéntrica	650 r.p.m.	150 r.p.m.
Potencia necesaria	7—9 HP	150—200 HP
Rodamientos	un NU 226 dos 23024 K	un NU 10/560 un 23092 K un 230/600 K

Hasta la fecha se han entregado varios centenares de trituradoras de cono de esta marca. Los rodamientos están expuestos a vibraciones y cargas violentas de choque, el aire ambiente está lleno de polvo y otras impurezas pero a pesar de esto los rodamientos han funcionado satisfactoriamente.

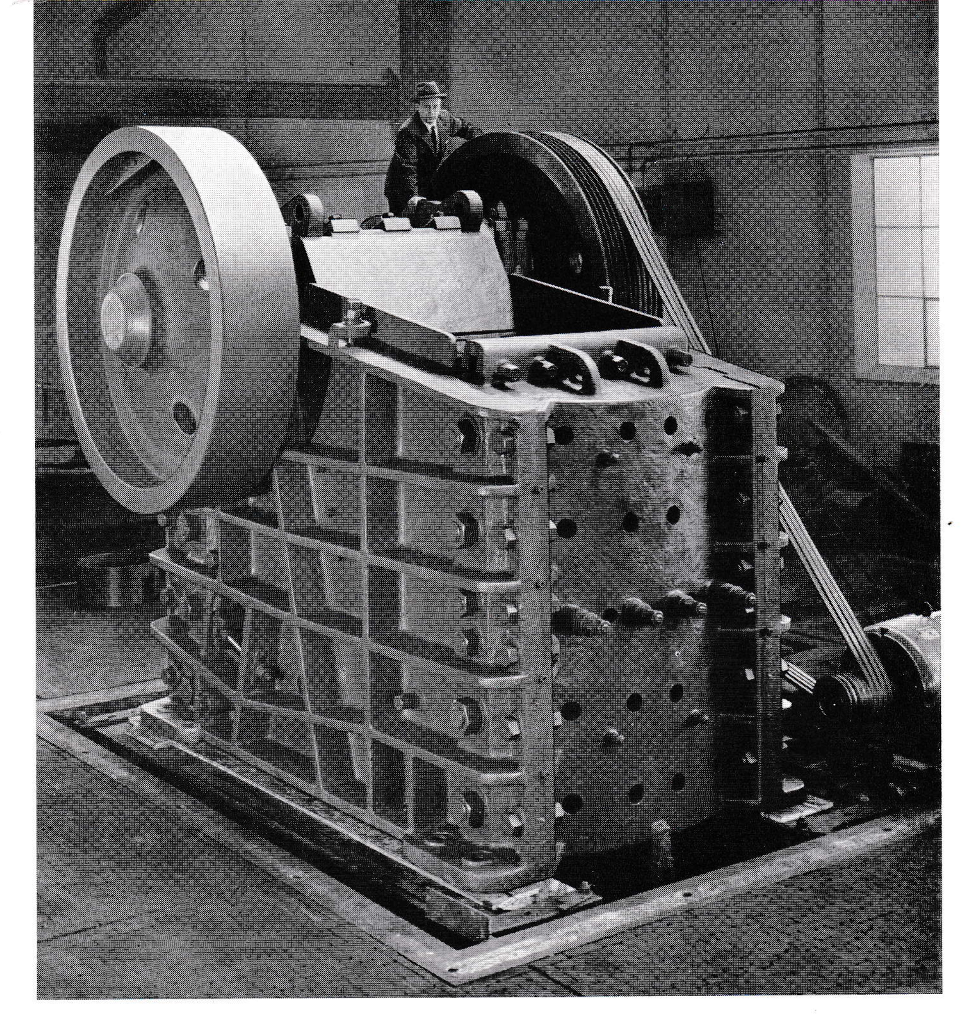
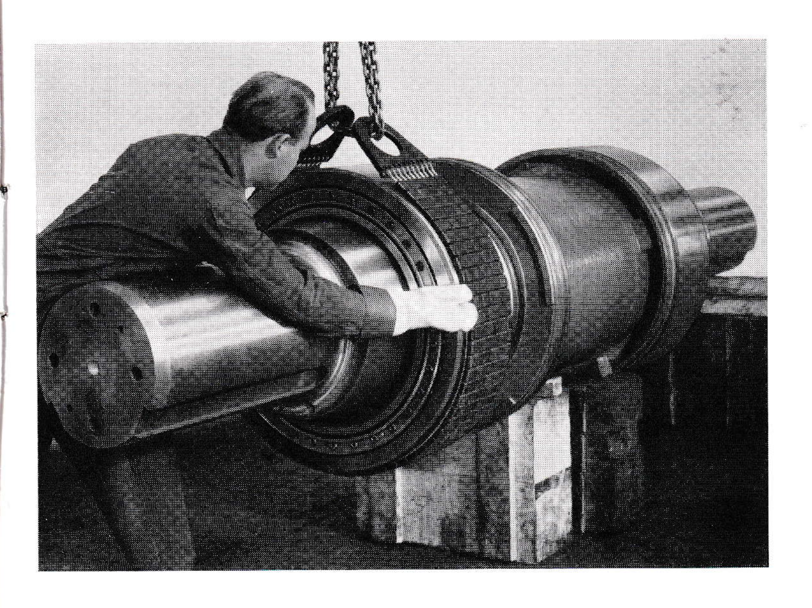


Fig. 1. Trituradora de mandíbulas. Fabricante: AB Åbjörn Anderson, Svedala, Suecia

Trituradora de mandíbulas de gran tamaño provista de rodamientos de rodillos



Reg. 841 1

Hace algunos meses se entregó la trituradora de mandíbulas representada en la *fig. 1* a la firma sueca Trafik AB Grängesberg-Oxelösund para sus minas en Stråssaverken, donde se empleará para trituración subterránea.

En esta construcción excepcional, se emplean tanto para la excéntrica como para el bastidor los mismos rodamientos, o sean rodamientos de rodillos a rótula 240/530 CB/C4 con las dimensiones de 530×780×250 mm.

Fig. 2. Se monta uno de los rodamientos para la excéntrica después de haberlo calentado

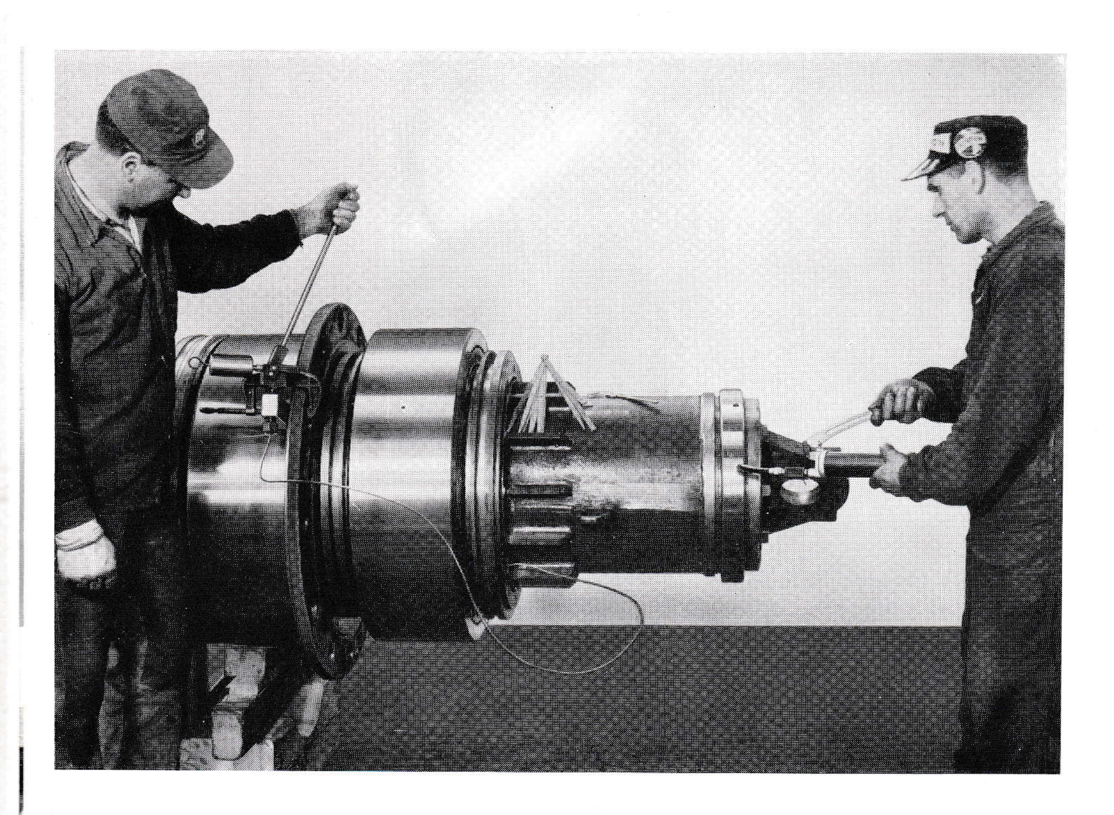
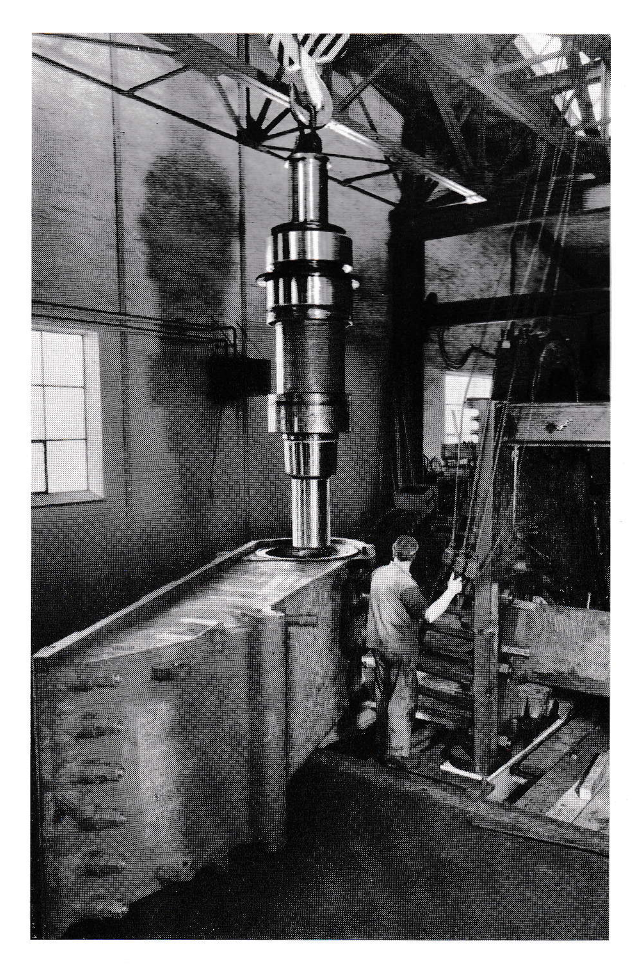


Fig. 3. Se monta uno de los rodamientos del bastidor con ayuda de aceite a presión



Las características de la trituradora son:

Abertura de entrada	1500 × 1200 mm
Ranura de salida	200 mm
Velocidad	150 r.p.m.
Potencia del motor	150 HP
Peso neto	90 ton.
Pieza más pesada de la trituradora	23 ton.
Capacidad	400 t/h

Fig. 4. El eje de la excéntrica con los rodamientos montados se introduce en la mandíbula. Uno de los rodamientos del bastidor no está todavía montado

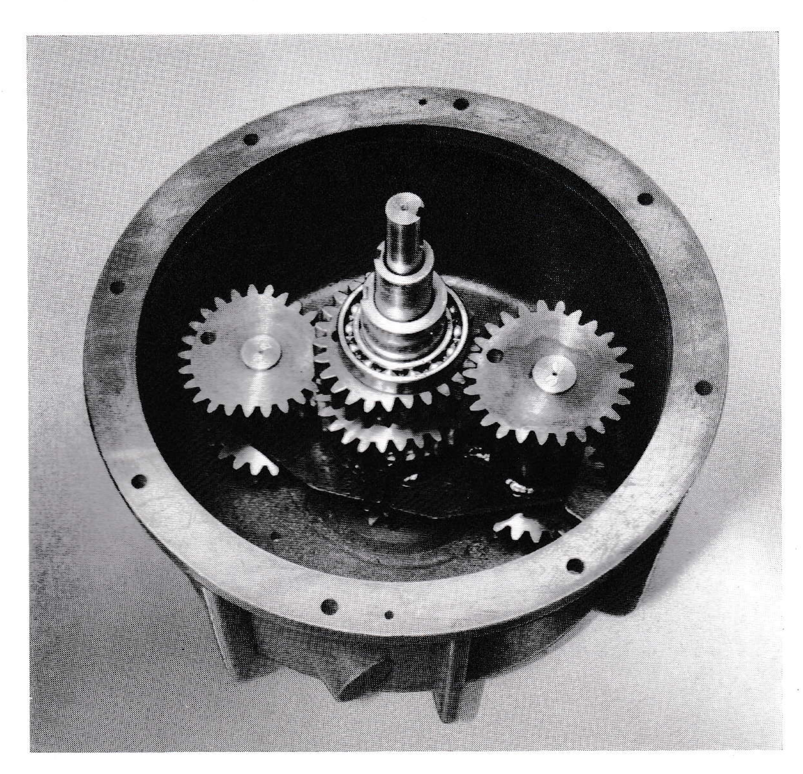


Fig. 1. Engranaje planetario doble con ruedas dentadas no redondas

Cajas de engranajes con ruedas no redondas

Reg. 821 14

En la técnica de la alta tensión los aparatos requieren a veces movimientos rápidos e irregulares, por ejemplo, los desconectadores para transformadores. El mecanismo que debe convertir en un movimiento irregular el movimiento uniforme y más o menos constante del motor de accionamiento, es por eso bastante complicado.

La firma sueca ASEA en Ludvika ha hecho muchos esfuerzos para fomentar tanto la teoría como la fabricación de cajas de engranajes con ruedas dentadas no redondas*), las cuales han simplificado estos mecanismos.

En esta revista se han dado anteriormente algunos ejemplos de cajas de engranajes semejantes en conexión con la descripción de desconectadores para transformadores de alta tensión y transformadores para locomotoras eléctricas (La Revista de cojinetes a bolas núm. 1/1955, fig. 18, pág. 14). El empleo de estas cajas de engranajes ha aumentado sucesivamente. Hace 15 años que están en uso varios millares de cajas de engranajes con ruedas no redondas, que han dado resultados excelentes. La construcción más reciente es un engranaje planetario doble con ruedas dentadas

1) Doctor Techn. Uno Olsson: «Non-circular cylindrical gears», Acta Polytechnica No. 135 (1953).

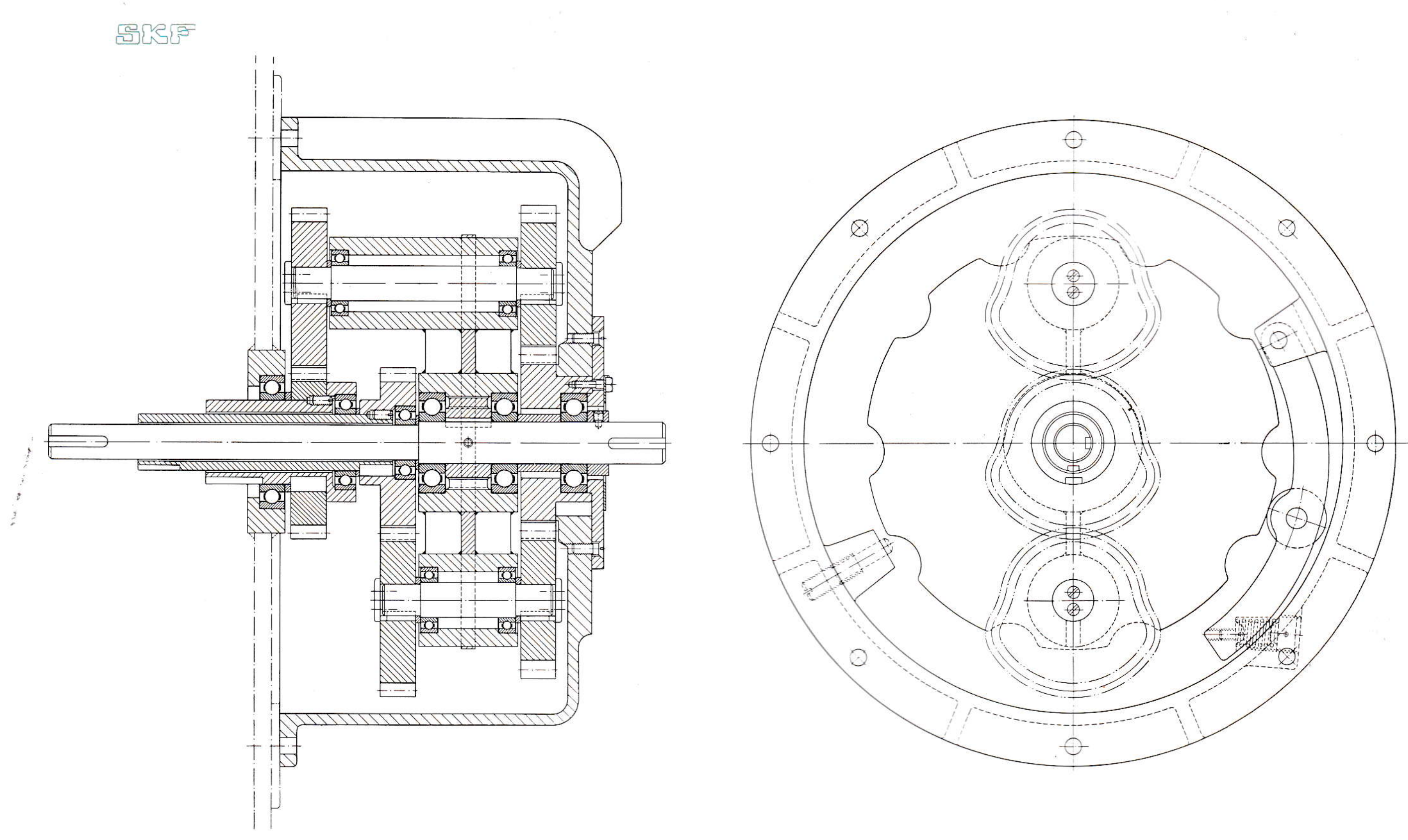


Fig. 2. Disposición de rodamientos para el engranaje planetario según la fig. 1

cilíndricas, no redondas, que actualmente se emplea para desconectador de otro tipo que el descrito anteriormente. Estos desconectadores tienen dos brazos de contacto por fase, los cuales giran alternativamente alrededor de un centro común con, por ejemplo, 5 u 8 pasos por revolución. En comparación con las anteriores cajas de engranajes del tipo corriente, el nuevo engranaje planetario tiene la ventaja de ser muy compacto. Eligiendo ruedas dentadas de tamaño y forma adecuados, los ejes salientes obtienen movimientos de giro rápidos que se repiten periódicamente con paradas o a veces cierto retroceso entre los pasos.

En la *fig. 1* se ve la caja de engranajes en una ejecución con brida. El muñón motriz del eje está en la parte inferior y no es visible en la figura. Uno de los ejes salientes que hacen girar los brazos de contacto, es hueco y envuelve el otro. En la *fig. 2* se ven la disposición de los rodamientos en este engranaje y la forma de las ruedas dentadas. El diagrama de movimiento del engranaje, *fig. 3*, da una idea de las posibilidades de la construcción. Las cajas de engranajes están provistas de rodamientos SKF.

360°
288°
216°
144°
72°
0°
+120° +240° 1 +120° +240° 2 +120° +240° 3 +120° +240° 4 +120° +240° 5

Fig. 3. Diagrama de movimiento para el engranaje planetario según las figs. 1 y 2.
El eje x indica el movimiento del eje primario y el eje y los movimientos de los dos brazos de contacto.
Línea seguida: eje saliente concéntrico, exterior
Línea de trazos: eje saliente concéntrico, interior



Fig. 1. Vagón para troncos, con cajas de grasa según la fig. 3

Ejes de vagones de ferrocarril con conductos para aceite a presión

Reg. 832 06:760

Para facilitar el desmontaje de los rodamientos con agujero cilíndrico directamente montados sobre el eje sin el riesgo de averiar las manguetas, SKF ha propuesto en varias ocasiones, proveer las manguetas con conductos para aceite. Las administraciones de ferrocarriles de varios países no están sin embargo dispuestas a aceptar este procedimiento, porque están en duda de que sea conveniente el taladrar un agujero radial en la mangueta y practicar en la misma una ranura para aceite en el asiento del rodamiento. Tratándose de cajas de grasa con un rodamiento, la mangueta no se debilita por estos mecanizados; tampoco dan lugar a la iniciación de grietas. Los Ferrocarriles del Estado de Nueva Zelanda han tenido en cuenta estos hechos y consideran que las ventajas que se obtienen con conductos de aceite y rodamientos directamente montados, es decir fácil desmontaje y mayor diámetro de la mangueta en comparación con el para rodamientos de rodillos del mismo tamaño montados sobre manguito, compensan los costes adicionales para el mecanizado de las manguetas.

El primer pedido de cajas de grasa para manguetas con conductos de aceite, hecho por los Ferrocarriles del Estado de Nueva Zelanda, com-

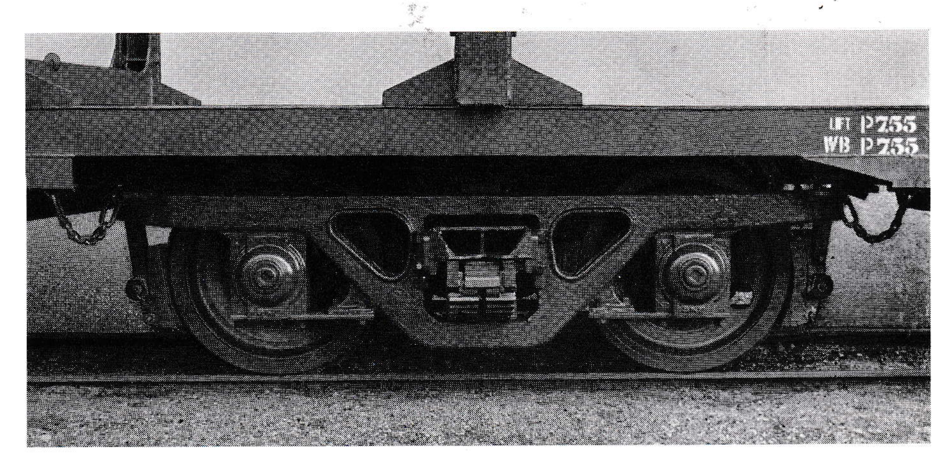


Fig. 2. Bogie Andrew para el vagón según la fig. 1

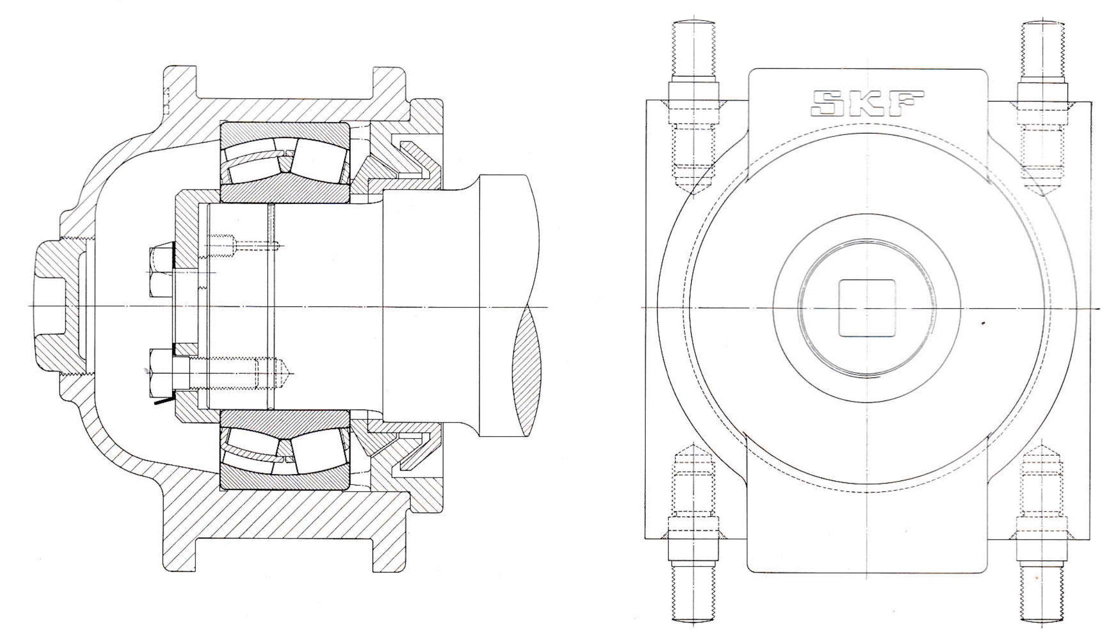


Fig. 3. Caja de grasa para el vagón según las figs. 1 y 2

prendió 800 cajas cada una con un rodamiento de rodillos a rótula 23224 C/C3, véanse las *figs. 1, 2* y *3*. Posteriormente se han pedido otras 2024 cajas del mismo tipo.

Al montarse se calienta el rodamiento de rodillos a 110°—120°C, pudiendo después fácilmente hacerlo pasar sobre el asiento donde después del enfriamiento obtiene asiento prieto.

En la *fig. 4* se ve un sencillo aparato para el calentamiento eléctrico de un rodamiento de rodillos. Consiste principalmente en un panel de plancha con un estante para el rodamiento y una bobina de calefacción. Cuando se pasa el rodamiento sobre la bobina, la corriente eléctrica es automáticamente conectada por un contactor y simultáneamente se enciende una lámpara roja. Un termóstato ajustable que hace contacto con el aro interior del rodamiento, corta el circuito cuando el aro interior se ha calentado a la temperatura deseada. Si no se quiere montar el rodamiento inmediatamente, éste puede dejarse en el estante donde desde luego se enfría, pero cuando la temperatura ha bajado a un cierto valor la corriente es otra vez conectada automáticamente.

Para el desmontaje del rodamiento se emplea preferiblemente la herramienta de desmontaje representada en la *fig. 5*. Con una bomba de alta presión se inyecta aceite entre el aro interior del rodamiento y el eje. Como se ve de la figura, la bomba de aceite se conecta por medio de un tubo de extensión provisto de válvula de retención, al conducto de aceite en el extremo del eje. La bomba de aceite debe poder alcanzar una presión

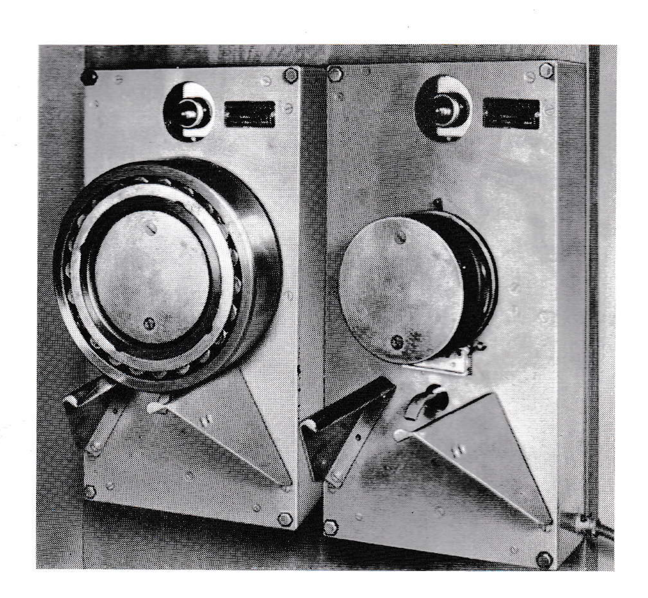


Fig. 4. Aparato para el calentamiento de rodamientos de rodillos

Fig. 5. Herramienta de desmontaje para rodamientos de rodillos

de por lo menos 1000 kg/cm². Se emplea un aceite espeso para cilindros.

Al inyectar el aceite se forma una película de aceite entre el aro interior del rodamiento y el eje. Después de la inyección de aceite se quita la bomba pero se deja el tubo de extensión con su válvula de retención de manera que se mantenga la presión de aceite. Entonces se puede quitar fácilmente el rodamiento de la mangueta con ayuda de la manivela de la herramienta sin averiar ni la mangueta ni el aro interior.

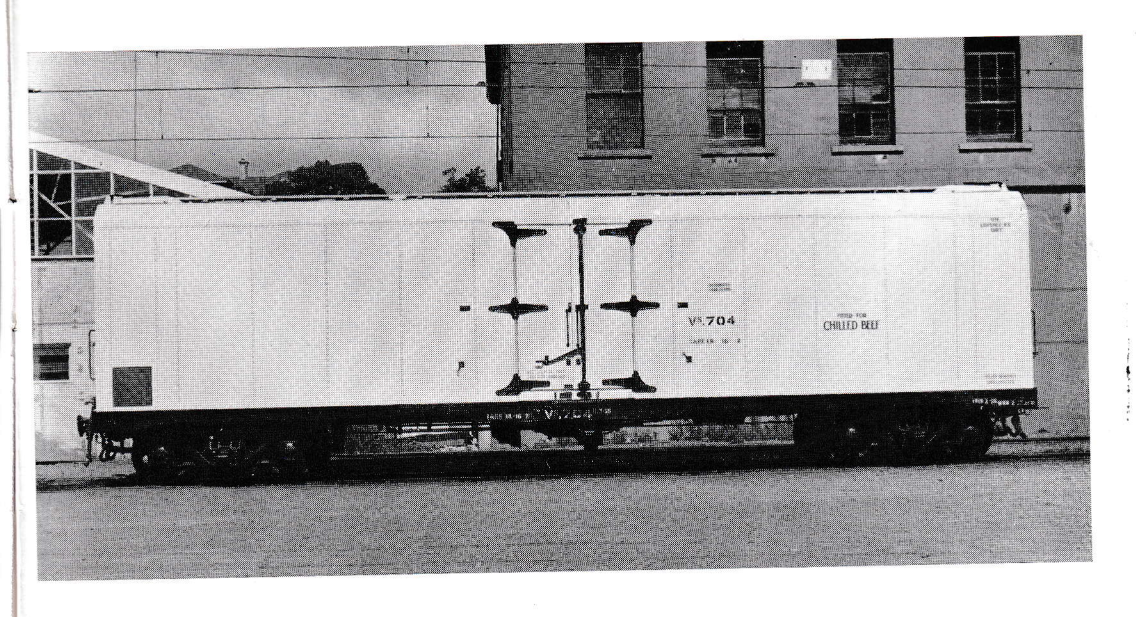


Fig. 6. Vagón frigorífico con cajas de grasa según la fig. 3.
Tara: 18,5 ton.
Carga: 25 ton.
Carga sobre eje: 11 ton.
Propietario: Los Ferrocarriles del Estado de Nueva Zelanda

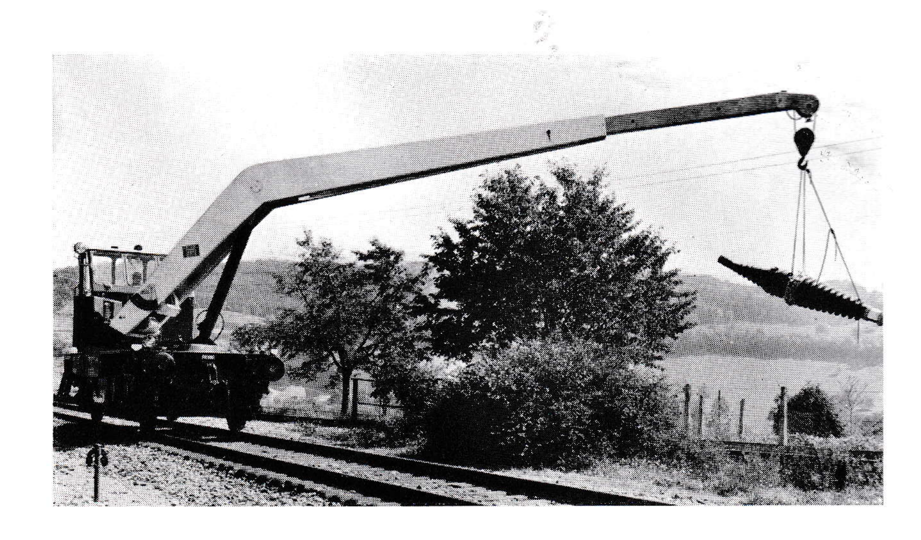


Noticiario gráfico

Las figuras representan un vagón grúa de 4 toneladas fabricado por Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S.A., Suiza.

Se han entregado tres vagones semejantes provistos de cajas de grasa con rodamientos de rodillos SKF a los Ferrocarriles del Estado Suizo (SBB).

Las cajas de grasa que están construídas en fundición de primera calidad (SKF G20), tienen cada una dos rodamientos de rodillos a rótula 229751/C3 montados sobre manguitos de desmontaje para mangueta de 130 mm.



CD 621.822.89:621.753

Bjerklind, Egon: *Un método de medir el juego de rodamientos de rodillos cilíndricos durante su montaje.* La Revista de cojinetes a bolas no 2/1959, págs. 38–40.

Debido a las exigencias muy estrictas de estabilidad y precisión de giro de los husillos de rectificar y mecanizar en las máquinas herramienta, estos husillos frecuentemente se montan en rodamientos de rodillos cilíndricos. Deben montarse con mucho esmero y con el juego radial prescrito. La verificación del juego debe hacerse en rodamientos montados pues los caminos de rodadura del rodamiento cambian sus medidas durante el montaje. Con las herramientas de medición convencionales no se puede medir el diámetro exterior del juego de rodillos montados sobre su aro interior.

Con una herramienta de medición construída actualmente por SKF se puede determinar el juego de rodamientos de rodillos cilíndricos montados. En el artículo se describe esta nueva herramienta dando instrucciones para su empleo.

CD 621–229.331:621–5

Johnson, Lars: *Verificación de la precisión de giro y rigidez de husillos en máquinas herramienta.* La Revista de cojinetes a bolas no 2/1959, págs. 41–48.

En los métodos más corrientes para la verificación de husillos en máquinas herramienta, se mide la oscilación radial y axial en superficies apropiadas del extremo de trabajo del husillo. Sin embargo, se ha comprobado que la ovalidad y la oscilación de las superficies de medición del husillo son muchas veces de tal magnitud que es difícil tener una idea de la oscilación del verdadero eje de rotación del husillo. Un mejor método para medir la precisión de giro se aplica en SKF para la verificación de disposiciones de rodamientos en husillos. Este método se describe detalladamente en el artículo y será de gran interés para los constructores de máquinas herramienta.

CD 621.822.621.926.75

Bard, P: *La menor y la mayor trituradoras francesas montadas en rodamientos.* La Revista de cojinetes a bolas, no 2/1959, págs. 49–52.

La Compagnie des Entreprises Industrielles-Babbitless, París, fabrica trituradoras de cono de varios tamaños, todas enteramente montadas en rodamientos SKF. En el artículo se describe brevemente la construcción de estas trituradoras informando de las ventajas obtenidas gracias a que están provistas de rodamientos.

CD 621.833:621–23

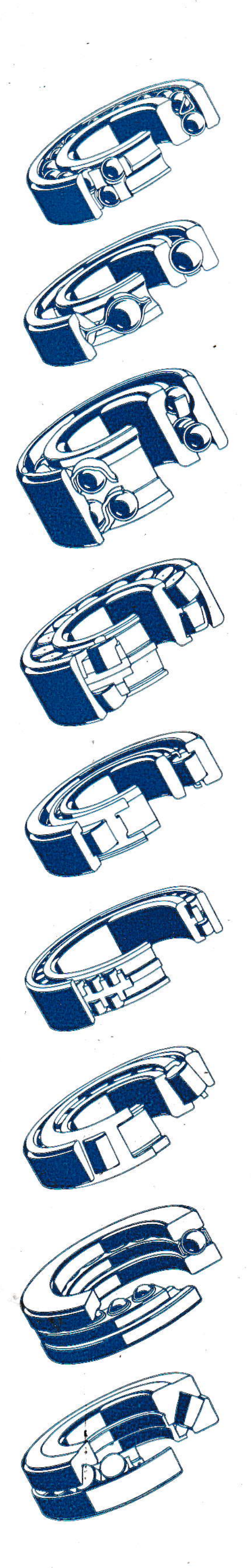
Kinberg, Ragnar: *Cajas de engranajes con ruedas no redondas.* La Revista de cojinetes a bolas, no 2/1959, págs. 55–56.

En la técnica de la alta tensión los aparatos requieren a veces movimientos rápidos e irregulares, por ejemplo, los desconectadores para transformadores. El mecanismo que debe convertir en un movimiento irregular el movimiento uniforme y más o menos constante del motor de accionamiento, es por eso bastante complicado. La firma sueca ASEA en Ludvika ha hecho muchos esfuerzos para fomentar tanto la teoría como la fabricación de cajas de engranajes con ruedas dentadas no redondas, las cuales han simplificado estos mecanismos. La construcción más reciente es un engranaje planetario doble con ruedas dentadas cilíndricas, no redondas. En este artículo se dan algunas noticias sobre la construcción del nuevo engranaje planetario, su modo de trabajar y sus disposiciones de rodamientos.

CD 625.2.012.002.72

Bodén, Sture: *Ejes de vagones de ferrocarril con conductos para aceite a presión.* La Revista de cojinetes a bolas, no 2/1959, págs. 57–59.

Para facilitar el desmontaje de los rodamientos con agujero cilíndrico directamente montados sobre el eje sin el riesgo de averiar las manguetas, SKF ha propuesto en varias ocasiones, proveer las manguetas con conductos para aceite. Las administraciones de ferrocarriles de varios países han dudado anteriormente de que sea conveniente taladrar un agujero radial en la mangueta y practicar en la misma una ranura para el aceite en el asiento del rodamiento. Tratándose de cajas de grasa con un rodamiento, la mangueta no se debilita por estos mecanizados. Los Ferrocarriles del Estado de Nueva Zelanda han tenido en cuenta este hecho y consideran que las ventajas que se obtienen con conductos de aceite compensan los costes adicionales para el mecanizado de las manguetas.



SKF

ha creado una organización de técnicos especializados en la resolución de problemas sobre rodamientos, la cual está a disposición de todos los interesados. 180 sucursales repartidas por el mundo entero se encargan de este servicio.

Reg. 077 701